



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis de vulnerabilidad sísmica en la construcción informal  
de la vivienda en el Asentamiento Huáscar – San Juan de  
Lurigancho – 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

Jurado Ascencio, Joaquin Fernando (Orcid.0000-0002-9479-7254)

Gutierrez Vilcapoma, Jean Pierre (Orcid.0000-0002-4950-9049)

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (Orcid.0000-0002-0655-523X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

Lima – Perú

2021

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mis padres y mi enamorada que siempre han estado dando su apoyo incondicional y también a todas las personas que me apoyaron

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mis padres y mi familia que siempre han estado dando su apoyo incondicional y alentando en cada momento para seguir adelante.

## **Agradecimiento**

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

A mis padres; quién con su vasta y extensa apoyo para lograr el gran anhelo de titularme como ingeniero civil.

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

A Haydee Vilcapoma y Rene Gutierrez; quién con su vasta y extensa apoyo han podido lograr el gran anhelo de titularme como ingeniero civil.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>19</b>
3.1 Diseño de Investigación .....	20
3.2 Variables, Operacionalización .....	20
3.3 Población, muestra y muestreo .....	20
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5 Procedimientos .....	24
3.6 Método de análisis de datos.....	24
3.7 Aspectos éticos .....	25
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>26</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>26</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>26</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas e instrumentos.....	23
Tabla 2. Datos esclerometría.....	34
Tabla 3. Hoja de cálculo de metrado para cargas. ....	41
Tabla 4. Cargas en viviendas.....	41
Tabla 5. Cálculo de la aceleración espectral X.....	45
Tabla 6. Cálculo de la aceleración espectral Y.....	47
Tabla 7. Hoja de cálculo para metrado de cargas.....	58
Tabla 8. cálculo para metrado de cargas.....	59
Tabla 9. Cálculo de la aceleración espectral X.....	63
Tabla 10 Cálculo de la aceleración espectral Y.....	65

## Índice de figuras

Figura 1. Localización de la vivienda.....	25
Figura 2. Calicata N°1 .....	26
Figura 3. Calicata N°1 .....	26
Figura 4. Calicata N°1 .....	26
Figura 5. Calicata N°1 .....	26
Figura 6. Ensayo de corte directo.....	27
Figura 7. Ensayo de corte directo.....	28
Figura 8. Procedimiento para carga admisible .....	29
Figura 9. Curva granulométrica .....	30
Figura 10. Límites de consistencia ASTD4318.....	31
Figura11. Límite de consistencia .....	31
Figura 12. Optimo contenido de humedad .....	32
Figura 13. Esclerometro .....	33
Figura 14. Datos de esclerometria .....	34
Figura 15. Definición del material del Concreto $F'c = 175\text{kg/cm}^2$ .....	35
Figura 16. Definición del material del Acero $f'y = 4200\text{ kg/cm}^2$ .....	35
Figura 17. Definición del material de albañilería .....	36
Figura 18. Definición del material e acero .....	36
Figura 19. Definición del material de la Columna C (0.25m X 0.25m) .....	37
Figura 20. Definición del material de la Viga (0.25mX0.45m) .....	38
Figura 21. Definición del material de Losa Aligerada .....	38
Figura 22. Estructura liberada .....	39
Figura 23. Definición de las cargas .....	39
Figura 24. Modelación del edificio de 2 pisos.....	40
Figura 25. Modelación del edificio de 2 pisos.....	40
Figura 26. Empotramiento a la base de la vivienda .....	42
Figura 27. Diafragmas .....	42
Figura 28. Diafragmas en la estructura.....	42
Figura 29. Colocación de brazos rígidos.....	43
Figura 30. Guía Espectral (RNE-030).....	44
Figura 31. Guía Espectral (RNE-030).....	44
Figura 32. Modelación del espectro sísmico vivienda de 2 pisos .....	46

Figura 33. Modelación del espectro sísmico vivienda de 2 pisos .....	46
Figura 34. Modelación del espectro sísmico vivienda de 2 pisos .....	48
Figura 35. Modelación del espectro sísmico vivienda de 2 pisos .....	48
Figura 36. Modelación del edificio de 2 pisos (Fallas) .....	49
Figura 37. Modelación del edificio de 2 pisos (1era Falla).....	49
Figura 38. Modelación del edificio de 2 pisos (2da Falla).....	50
Figura 39. Definición del material del Concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ .....	51
Figura 40. Definición del material del Acero $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .....	52
Figura 41. Definición del material del acero $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .....	52
Figura 42. Definición del material de acero .....	53
Figura 43. Definición del material de la Columna C (0.30m X 0.40m) .....	53
Figura 44. Definición del material de la Columna C (0.40m X 0.50m) .....	54
Figura 45. Definición del material de la Columna C (0.30m X 0.40m) .....	54
Figura 46. Definición del material de la Columna C (0.30m X 0.40m) .....	55
Figura 47. Definición del material del Muro S (0.15m X L m) .....	55
Figura 48. Definición del material de la Muro C (0.25m X L m) .....	56
Figura 49. Estructura liberada .....	56
Figura 50. Definición de las cargas .....	57
Figura 51. Modelación del edificio de 4 pisos.....	58
Figura 52. Modelación del edificio de 4 pisos.....	58
Figura 53. Empotramiento a la base de la vivienda .....	59
Figura 54. Cargas en viviendas .....	60
Figura 55. Diafragmas .....	60
Figura 56. Colocación de brazos rígidos .....	61
Figura 57. Guía Espectral (RNE-030).....	62
Figura 58. Guía Espectral (RNE-030).....	62
Figura 59. Modelación del espectro sísmico edificio de 4 pisos .....	64
Figura 60. Modelación del espectro sísmico edificio de 4 pisos .....	64
Figura 61. Modelación del espectro sísmico edificio de 4 pisos .....	66
Figura 62. Modelación del espectro sísmico edificio de 4 pisos .....	66
Figura 63. Modelación del edificio de 4 pisos (Sin Falla).....	67
Figura 64. Modelación del edificio de 4 pisos (Sin Falla).....	67

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal el estudio de vulnerabilidad sísmica de la construcción informal ubicada en el asentamiento humano Huáscar. De acuerdo con nuestros objetivos este trabajo de investigación eligió una muestra de 1 vivienda, las que fueron de 2 pisos. La vivienda tuvo como sistema estructural de albañilería confinada. La metodología es tipo aplicada, de diseño cuasiexperimental empleada para del desempeño sísmico de la vivienda fue las fallas de elementos estructurales sea vigas y columnas, la que fue sometida a 2 modelamientos. Los resultados muestran que la vivienda en su primera modelación de la vivienda ha presentado fallas significativas en las vigas del primer piso, los elementos de soporte y distribución de cargas y al fallar ante un evento sísmico puede colapsar. Posteriormente el nuevo modelamiento fue puesto a prueba con el Etabs, pero esta vez ante un versus con un F'c con previo ensayo de esclerometría de 175kg/cm<sup>2</sup> y ahora evaluamos en el programa con un F'c de 210kg/cm<sup>2</sup>, usamos acero de refuerzo, varilla longitudinal 3/8, 1/2"; por lo tanto, dio como resultado un correcto modelamiento sin fallas, sin sobredimensionar el concreto, las dimensiones de viga y columnas y el acero aceptable.

**Palabras clave:** Autoconstrucción, albañilería confinada, colapsar, peligro sísmico, reforzamiento.

## Abstract

The main objective of this research work was to study the seismic vulnerability of the informal construction located in the Huáscar human settlement. In accordance with our objectives, this research work chose a sample of 1 dwelling, which were 2 floors. The house had a confined masonry structural system. The methodology is applied type, of quasi-experimental design used for the seismic performance of the house was the failures of structural elements, both beams and columns, which was subjected to 2 modeling. The results show that the house in its first modeling of the house has presented significant failures in the beams of the first floor, the support elements and load distribution and when failing before a seismic event it can collapse. Subsequently, the new modeling was put to the test with the Etabs, but this time against a versus with an F'c with a previous sclerometry test of 175kg / cm<sup>2</sup> and now we evaluate in the program with an F'c of 210kg / cm<sup>2</sup>, we use steel reinforcement, 3/8 longitudinal rod, 1/2 "; therefore, it resulted in correct modeling without failures, without oversizing the concrete, beam and column dimensions, and acceptable steel.

**Keywords:** Self-construction, confined masonry, collapse, seismic hazard, reinforcement.

# I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el Perú ha estado expuesto a grandes movimientos sísmicos los cuales han generado pérdidas irreparables como la vida de una persona, a su vez que había generado perjuicios económicos, a consecuencia de este fenómeno natural que perjudica directamente a las viviendas, edificaciones y sociedad, pues implica innumerables pérdidas, esto debido a su aleatoriedad y su compleja predicción exacta, además de la ubicación del país que forma parte del cinturón de fuego del Pacífico, con la situación en medio de las Placas de Nazca y la Sudamericana, lo cual convierte al Perú en una zona altamente sísmica.

El territorio peruano está dentro del cinturón antes mencionado, de manera que la costa peruana se ubica como una zona de alta actividad sísmica y tectónica. Los terremotos de gran magnitud que azotaron en consecutivas ocasiones a países desarrollados como el terremoto que sucedió en México, el 19 de septiembre del 2019, con una magnitud de 7.1 grados en la escala de Richter, y donde se contabilizó cerca de 331 de pérdidas humanas. Los daños de muchas estructuras, por los sismos, generalmente han sido y serán materia de estudio, pues nos dejan lecciones relacionadas a las deficiencias que se tienen durante las construcciones y diseños de tales estructuras, por ende, también implica pérdidas de vidas humanas y económicas. Es importante conocer en qué estado se encuentran las edificaciones para fines de vivienda de la región costa, específicamente las de mayor vulnerabilidad como son las viviendas autoconstruidas.

En Chile, un 27 de febrero de 2010, siendo las 3:34 ocurrió un movimiento sísmico, más fuerte que el ocurrido en Valdivia un 1960. Minutos después, ocurrió un tsunami que arrasó las costas de Chile. El sismo alcanzó una magnitud de 8.8 en la escala Richter, registrándose un total de 524 muertos y 31 personas desaparecidas, además de afectar a 2000 puntos de edificaciones públicas y destruyendo o dejando graves daños a 220.000 viviendas. De acuerdo a las fuentes oficiales del país, fueron cerca de 12.8 millones de ciudadanos que fueron damnificados, siendo el 75% de la población.

Después de 10 años, Chile aprendió y se convirtió en una referencia mundial de tecnologías antisísmicas; además que desarrolló normas para las edificaciones siendo una de las más estrictas en el mundo. Aun así, y a pesar de ser un país con mayores movimientos sísmicos (cerca de 7,733 registros solo en el 2019), el país

posee el edificio más elevado de Sudamérica (Costanera Center), teniendo 300 m. de altura y 62 niveles, desafiando los movimientos sísmicos.

Entre estas tecnologías, destacan los trabajos del equipo de ingenieros egresados de una de las principales universidades de Chile, (Pontificia Universidad Católica de Chile), dirigidos por el Ing. Juan Carlos de la Llera, reconocido profesional que ha creado tecnologías de disipación y aislamiento sísmico, propuesta que permite minimizar los movimientos en edificaciones. Hoy en día, solo existen 140 estructuras que cuentan con esta innovación (hospitales, oficinas, residencias, entre otros).

En los últimos trimestres, este asunto de la seguridad ante episodios sísmicos se ha vuelto más necesario en muchos países del mundo. En el caso de la ciudad de México, es algo recurrente pues se puede encontrar casas de dos niveles junto a edificaciones con más de 120 m. de altura, es lógico que entre más alto se encuentre un individuo, mayor peligro corre, y a pesar de ser incierto las condiciones de los edificios de la ciudad, una cosa que si se puede garantizar es que los edificios más modernos y altos mantiene fuertes sistemas y tecnologías anti sísmicas que tal vez no son muy conocidos.

El principal representante de la Cámara de México de la Industria de la Construcción (CMIC), Gustavo Arballo, menciona que se ha creado materiales que resultan ser más ligeros y que garantizan mayor seguridad. Por mucho tiempo, muchos especialistas de la ingeniería, han trabajado en diseñar sistemas y construcciones que se caractericen por la resistencia. Donde este tipo de materiales ligeros son las más usadas, muchas de ellas en México (Alajmia y Wrightb, 2014, p. 25)

**Aislación de base:** Es una tecnología que le da más flexibilidad a los edificios; además que permite su desplace y balanceo. Para su funcionamiento, es necesario la instalación de una base subterránea que sirve para absorber el movimiento brusco de la tierra

Algunas edificaciones que mantienen este sistema de aislamiento son Los Ángeles, San Francisco y Salt Lake; en México, se encuentra en la Torre Pemex y Torre Mayor y la Torre Latinoamericana (Hovmand 2013, p. 20).

Otro de los antecedentes, es el sismo ocurrido en Haití, un 12 de enero, considerado el más fuerte en 200 años, generó la alerta en Latinoamérica, uno de los continentes con mayor acción sísmica. Por lo menos, fueron tres las fallas geológicas más grande del planeta que cruzan por el continente, y sus movimientos han ocasionado episodios devastadores. De todos los registros de terremotos, desde que se creó la E. Richter, se dio en el año 1935, el cual ocurrió en Valdivia (Chile), con una magnitud de 9.5. Estas fallas geológicas cruzan varias capitales latinoamericanas, donde, ante lo impredecible que es la naturaleza, solo se puede tomar medidas preventivas, que pueden garantizar diferentes resultados en cada país.

La falla de Enriquillo, es uno de los causantes del devastador episodio sísmico que devastó Haití. En Norteamérica, se encuentra la falla de San Andrés que tiene una extensión de 1.287 km., se extiende por México, California, EE.UU. y Baja California y ha ocasionado diferentes sismos en esas zonas. Otras de las fallas es la de San Román, que se encuentra en el oriente de Chile y su longitud es de 25 km.; sin embargo, su pequeña extensión no lo hace menos destructiva. Se encuentra muy cerca de la superficie, por ello, ocasiona sismos superiores a los 7.0

En la región de Arequipa y la costa sur del Perú se registran temblores y terremotos de manera regular, cada 100 años se ha venido registrando un terremoto de gran magnitud una de las cuales ha ocasionado la destrucción de varias ciudades en la región de Arequipa. La magnitud del daño que ocasiona y la energía que libera este terremoto, sus efectos logran alcanzar grandes distancias. La última vez que se registro fue el 12 y 13 de agosto de 1868, hace más de 100 años. Según estudios recientes han llegado a la conclusión que este tipo de hechos podría pasar en estos últimos años ya que existe un 95% de probabilidades. Ante esta situación la pregunta sería ¿estamos preparados para este tipo de situaciones?, ¿cuál sería el nivel de desastre y como responderemos esta emergencia?, que recomendaciones o prevenciones se debe dar para así afrontar el desastre y contribuir con la reducción de pérdidas tanto humanas como materiales. Este tipo de interrogantes nos motivaron a realizar este proyecto que formar parte del programa "Programa de Mitigación de Desastres en el Perú", este proyecto del departamento amazonas de asuntos humanitarios está a cargo de las naciones unidas con sede en ginebra – suiza ( UNDHA-Génova), quien junto a otros organismos como la agencia de

cooperación internacional del Japón (JICA), la UNI – Facultad de ingeniería civil (mitigación de desastres y el centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y también ha contado con la participación del instituto nacional de defensa civil (INDECI). Este estudio es el resultado de una investigación que se realizó en 7 ciudades del departamento de Arequipa y fueron seleccionadas en función a su representatividad en la cual se trató de incluir las diferentes regiones y sus situaciones socioeconómicas con el propósito de poder obtener una idea general sobre la vulnerabilidad sísmica. Para la colección de información se tomó como referencia pueblos alejados en los cuales uno de ellos es Pampacolca y Chuquibamba, la ciudad costera de Chala otro de los puertos importantes que el día de hoy solo es un pueblo de paso en la ruta de Arequipa – lima, el exclusivo balneario de Mejía, el puerto de Matarani que se encuentra entre uno de los más importantes del litoral sur del país y por último y no menos importante Arequipa la ciudad blanca, con sus casonas antiguas ,las grandes edificaciones modernas, cual es la capital del departamento. Los daños que se producen en una edificación dependen mucho de la intensidad del movimiento, velocidad, aceleración sísmica, desplazamiento etc.) Y la capacidad de resistencia en las edificaciones a esfuerzos horizontales, el peso y cambios de dirección de momento etc.

En la ciudad de Huancayo se planteó como objetivo general: Estimar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en la Cooperativa de Vivienda Santa Isabel (CVSI), para concluir en la hipótesis general que: Las viviendas autoconstruidas en la CVSI, son altamente vulnerables ante un evento sísmico.

La investigación es de nivel descriptivo-explicativo, tipo aplicada, diseño experimental, se utilizó el método científico. La población de estudio la conforman las viviendas de la cooperativa, mientras que la muestra es no probabilística por conveniencia. La conclusión principal es que: El 65% de las viviendas autoconstruidas en la cooperativa son altamente vulnerables, mientras que un 30% presenta vulnerabilidad media y un 5% presenta una baja vulnerabilidad sísmica.

Tanto como en la ciudad de Chiclayo, zona este; que dentro de una cuadrante abarca las siguientes avenidas: Bolognesi, Sáenz Peña, Nicolás de Piérola, Castañeda Iparraguirre y Jorge Chávez. Para ello, se realizó un estudio con dos de

los factores implicados que son la vulnerabilidad y el peligro, desde la perspectiva de la sismología. La peligrosidad del sismo se analizó a través de un enfoque probabilístico utilizando catálogos sísmicos y caracterización de fuentes. Así mismo, se llevaron a cabo estudios geofísicos para analizar el comportamiento del suelo; estas operaciones de campo se efectuaron con ensayos de vibración ambiental fundamentados en la medición de microtrepidaciones. En lo que respecta a la vulnerabilidad sísmica, se analizó utilizando métodos de índice de vulnerabilidad propuesta por Benedetti y Petrini, donde se consideran 11 parámetros para analizar edificaciones dentro de un ámbito de estudio, de acuerdo al rango de vulnerabilidad de alta, media y baja. Para la estimación del riesgo sísmico se utilizó el nivel de daño que podría sufrir una estructura a partir de su vulnerabilidad y aceleraciones máximas esperadas en diferentes momentos de retorno. Así mismo, se llegó a calcular las pérdidas probables esperadas en diferentes escenarios de riesgo. Para ese fin, la investigación incluyó la evaluación de edificaciones principales dentro del ámbito de estudio, se efectuó una verificación de derivas que es un requisito mínimo que se encuentra adscrita en la Norma Técnica peruana E-0.30. Esta evaluación se dio utilizando el software ETABS. Por último, se elaboró mapas de riesgo, empleado la aplicación de instrumentos especializados como el SIG (Sistemas de Información Geográfica), esenciales para la gestión del riesgo de desastres.

Hoy en día, muchas familias limeñas no cuentan con hogares propios; esta necesidad llevo que se desarrollen construcciones masivas con edificaciones multifamiliares, cuya resistencia debe caracterizarse por soportar impactos telúricos de gran magnitud entre 8 a 9 grados; por ello, es necesario desarrollar comparaciones de método modal espectral de las estructuras (aceleraciones respecto al suelo y desplazamientos); así como una evaluación del método tiempo-historia, del cual se puede obtener las deformaciones máximas que pueda presentar una estructura de edificio. También resulta relevante la evaluación de la vulnerabilidad de la construcción a través de acelerogramas sintéticos, para conocer el comportamiento estructural ante un eventual sismo. Así, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la amplificación sísmica de los edificios ubicados en el cercado de Lima y La Punta – Callao, empleando el análisis tiempo

– historia y modal espectral, cuyo propósito será desarrollar la comparación de 4 edificaciones en los indicadores de muros concretados; para el cual se desarrollara un análisis de suelo en las dos zonas con el objetivo de conocer las características de desplazamiento, aceleraciones y fuerza para determinar la amplificación sísmica de dichos suelos; además que permitirá seleccionar el método más óptimo. Además, otro de los objetivos de la investigación es determinar el comportamiento de los edificios según la realidad peruana; es decir, edificaciones de tiempos cortos; a los cuales se realizará un análisis de vulnerabilidad utilizando acelerogramas sintéticos.

El distrito de San Juan de Lurigancho, está situada en el Noreste de Lima, se encuentra cerca del Valle Bajo del Rio Rímac, hasta las altitudes del Cerro Colorado Norte, compartiendo fronteras por el Este, con los cerros Ladrón, Mirador, Cantería y Pirámide; por el Oeste con los Cerros Babilonia, Negro y Balcón. La referencia es el sector más bajo del Rio Rímac, (179.90 m.s.n.m.) y el punto más elevado está en el cerro Colorado Norte (2,240.00 m.s.n.m.).

Es por ello que en la actual investigación se ha planteado el siguiente **problema general**: ¿Cuál fue el nivel de Vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021?

**Asimismo, los problemas específicos:**

¿De qué manera influyo el mejoramiento ante la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021?

¿De qué manera diagnosticamos el diseño de los elementos estructurales ante la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021?

¿Cómo influyo el mejoramiento de los elementos estructurales para la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021?

**Justificación técnica**, El presente proyecto de investigación tiene la necesidad la necesidad de determinar la vulnerabilidad sísmica de la vivienda en el Asentamiento

humano Huáscar en la Distrito de San Juan de Lurigancho, con el fin evaluar los aspectos estructurales y constructivos de estas edificaciones para general una sugerencia de mejoramiento, rehabilitación o remplazo de ser él caso.

**Justificación Social,** Se le brindará a la familia del Asentamiento humano Huáscar un diagnóstico de nivel de vulnerabilidad con el que cuenta su vivienda, y a la vez se les hará conocer si dichas edificaciones necesitan algún refuerzo de acuerdo al nivel que presentes estas.

**Justificación Económica,** Se evalúa de seguir las sugerencias que se alcanzará al culminar el proyecto de investigación a la familia que podrá evitar caer en gastos de reparaciones a temprana edad de la edificación o reconstrucciones parciales de sus viviendas.

**Justificación Ambiental,** En todos los proyectos de edificaciones se busca el impacto ambiental que producen estas construcciones sea lo más mínimo, por tal motivo con la presente investigación se trata de advertir y prevenir sobre la contaminación ambiental que provocaría la destrucción y demolición de la vivienda en el Asentamiento humano Huáscar en la Distrito de San Juan de Lurigancho ante un evento sísmico.

### **Objetivos:**

**Objetivo general:** Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021, Asimismo, los **Objetivos específicos:**

Determinar de qué manera influyo el mejoramiento ante la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.

Determinar el diagnóstico del diseño de elementos estructurales ante la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.

Determinar el mejoramiento de los elementos estructurales para la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar -

San Juan de Lurigancho – 2021.

**Hipótesis General:** El nivel de vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021; Asimismo, las hipótesis específicas:

El mejoramiento ante la vivienda influye en la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.

Diagnosticar el diseño de los elementos ante la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.

El mejoramiento de los elementos estructurales para la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.

## **II. MARCO TEÓRICO**

## **Antecedentes Internacionales**

Como **antecedentes internacionales** tenemos a Silva Reyes (2017), tuvo como finalidad realizar una evaluación de vulnerabilidad sísmica en la ciudad, ante un supuesto episodio sísmico y lo devastador que puede ser. Los sismos generan situaciones de riesgo tanto para las comunidades, industrias y toda actividad económica, generalmente, en el medio ambiente, esto se da más por el desconocimiento de los ciudadanos sobre las condiciones geodinámicas de la zona donde cohabitan; además que posee baja percepción de los peligros a los que se exponen, este hecho genera mayor vulnerabilidad y se eleva las potencialidades de un desastre ante un episodio sísmico de gran magnitud. Ante ello, la investigación se propuso estudiar la vulnerabilidad sísmica en Rolando Monterrey, para luego armar un mapa de zonas con mayores niveles de vulnerabilidad sísmica. Para ello, se utilizó distintas fuentes, utilizando métodos de procesamiento de datos, representaciones e interpretaciones de los resultados obtenidos, permitiendo calcular la vulnerabilidad a través de planilla elaborada por el CENAIIS. **Los resultados** permitieron elaborar un mapa de vulnerabilidad sísmica, además que se detalla el nivel de fragilidad de las construcciones en caso ocurriese un sismo. <sup>1</sup>

Chávez Ordoñez (2016), se plantea como objetivo general establecer los intervalos de vulnerabilidad y la proporción de perjuicio en las construcciones de la ciudad de Quito. Las metodologías empleadas son el método HAZUS. Finalmente, **se concluye** que, ante un evento desastroso, estas viviendas sufrieron daños severos. Este antecedente tuvo como resultados los aspectos que interviene en la determinación de la vulnerabilidad y esto sirve para poder dimensionar el aspecto teórico del presente proyecto de investigación.<sup>2</sup>

Garcés (2017), para obtener el título de ingeniero civil, se estableció como objetivo general “implantar los grados de inseguridad sísmica de las edificaciones de uno y dos pisos, utilizando las variables que corresponden de acuerdo a la Normas NSR10, para eliminar el riesgo sísmico actual ante una magnitud sísmica moderada, protegiendo la vida de los ciudadanos”. Este estudio utiliza la técnica de observación rápida o ATC 21, que se basa en la supervisión desde las afueras de la edificación, en su aspecto estructural y no estructurales que existen. Por lo tanto, **concluyo**, a partir de las inspecciones se llegó a conocer la carencia conocimientos

estructurales para garantizar la seguridad sísmica en todos los elementos estructurales y los confinamientos de muros, incluso, se detectó la baja calidad de los materiales empleados, donde los procesos fueron también deficientes.<sup>3</sup>

### **Antecedentes Nacionales**

Como **antecedentes nacionales** tenemos a Asencio Martínez (2018), para obtener el título de ingeniero civil, fijó como propósito “realizar el estudio de la fragilidad sísmica de las construcciones informales en la zona establecida para el estudio”. La investigación fue de tipo exploratorio – descriptiva. Utilizo la **metodología** planteada por Asociación de Ingenieros Sísmicos de Colombia (AIS), así mismo, se utilizó las fichas de recolección de información, para registrar los parámetros y características de metodología. **Concluyó** que con un 12.3% las edificaciones de la zona de estudio tienen una vulnerabilidad alto, por no cumplir con los requerimientos básicos establecidos en el RNE vigente.<sup>4</sup>

Chumpitaz Bustamante (2019), se propuso como objetivo estudiar los niveles de vulnerabilidad sísmica que existe en las viviendas del C.P. Manzanares. El estudio se caracterizó por ser de diseño no experimental-transversal y de tipo descriptivo, la población estuvo integrada por 487 viviendas, extrayéndose una muestra de 30 viviendas, a las cuales se realizó una evaluación de los parámetros de estructura, ubicación de construcción, materiales utilizados y antigüedad. Los resultados muestran que el 100% de las viviendas presenta daños estructurales ocasionado por humedad; además que el 45% de estas viviendas tienen un pendiente de 45 a 20%; por otro lado, se encontró que el 42% de las viviendas son de adobes y el 60% son viviendas con tienen una antigüedad entre los 20 y 49 años. Se **concluyó** que la mayoría de las viviendas (80%), tienen un nivel alto de vulnerabilidad sísmica.<sup>5</sup>

Gonzales Pérez (2018), su objetivo general fue calificar la vulnerabilidad de la estructura de las edificaciones en dicho lugar para colaborar con los habitantes a que sepan el nivel de seguridad de sus construcciones. La investigación utiliza la metodología planteada por Asociación de Ingenieros Sísmicos de Colombia (AIS) y el método de índice de vulnerabilidad planteado por Benedetti – Petrini, estos

métodos señalados emplearon la ficha de recojo de información, para registrar datos de parámetros y características de la metodología. **Concluyó** que obtuvo un nivel de vulnerabilidad alto en las edificaciones según los métodos aplicados, con el resultado obtenido y evaluado se puede afirmar que el método que más se adapta a las construcciones de nuestro país es el propuestos por el AIS por el sistema constructivo que se emplea.<sup>6</sup>

Poma Cossío (2017), fija como objetivo general establecer la debilidad ante un sismo de las edificaciones autoconstruidas en el sector determinado para la realización de la investigación. Para esto se realizó varios estudios como: estudio de suelos para definir su tipo y capacidad de soportar cargas, complementariamente se hizo un levantamiento de niveles para identificar la topografía del lugar, también se realizó una ficha de encuesta para identificar cuán vulnerable son las viviendas. Por lo tanto, **concluyó**, que del total de viviendas de la zona de estudio con un 73% de las edificaciones cuentan con un nivel medio de vulnerabilidad y las edificaciones con un grado elevado de fragilidad representan el 27%, tenemos que la capacidad portante del suelo de la zona es de 0.70 kg/cm<sup>2</sup> y se clasifica según SUCS obteniendo un tipo SM.<sup>7</sup>

Alvarez Guevara (2015), La investigación fue de tipo descriptivo – explicativo, evaluando las características de las viviendas para así determinar el nivel de vulnerabilidad ante una actividad sísmica. La muestra fue conformada por 13 viviendas, de los cuales se recogió información arquitectónica y estructural utilizando la ficha de reporte. Los resultados muestran que solo el 8% de viviendas consideraron el asesoramiento técnico para el diseño; además que el 92% de estas viviendas tiene una antigüedad mayor a los 8 años. Los materiales fueron de calidad en solo el 54% de las viviendas, a parte que el 38% de estos, a la densidad de sus muros son inadecuados. Se **concluyó** que existe un inadecuado control de materiales para la construcción de viviendas, haciendo que estas sean de baja resistencia, así, se determinó que existe una vulnerabilidad media.<sup>8</sup>

### **En otros idiomas**

**En otros idiomas** tenemos a Zárate y Zhiminaycela, (2020), tomando como criterio la Norma Ecuatoriana de Construcción, el cual establece toda edificación de

emplear el Manual Verificación Visual Rápida de Edificios, para evitar consecuencias potenciales. Este instrumento fue elaborado por la AFCE (Agencia Federal de Control de Emergencias), este propone un método cualitativo que se centra en las inspecciones visuales y el recojo de informaciones sobre la construcción. Para la categorización de la forma de sismicidad baja, moderada y alta, se fundamentó en el Factor Z de acuerdo a la zona sísmica, que fue elaborado por el NEC 2015. Este tipo de vulnerabilidad se determina a partir de las puntuaciones finales S que se obtiene en función al tipo de construcción y otros 15 indicadores. Otros de los indicadores importantes en el estudio de vulnerabilidad sísmica es la elevación, irregularidades de planta, altura y edad del edificio, zona de construcción, tipo y uso del suelo. Si se encontrase una puntuación S es menor o igual a 2, se debe realizar un estudio más específico o detallado.<sup>9</sup>

Marecos, (2016); así como ofrecer una propuesta de refuerzo y rehabilitación. La construcción fue considerada como monumento nacional y de interés público, a pesar de ello, no se ha implementado refuerzos a la edificación. Aplicar refuerzos es fundamental para garantizar una mejor resistencia ante un episodio sísmico. El comportamiento sísmico de la edificación se analizó realizando una comparación con las solicitudes sísmicas. La respuesta del edificio fue representada en 3D de pórticos equivalentes, empleando el software de 3Muri [26]; además que se consideró la respuesta del comportamiento no plano de los muros de la edificación. La curva de capacidad bilineal se consiguió convirtiendo la curva resultante del análisis pushover en un sistema de GDL, donde se requiere de métodos N2. El desplazamiento fue calculado a través de la intersección de espectros de capacidades de la edificación con el espectro respuesta. Mientras que la fragilidad se obtuvo aplicando un proceso sugerido por HAZUS [17], en donde los niveles de daños se determinan a través del desplazamiento espectral del sistema GDL. Los resultados que se pudieran obtener permiten sacar conclusiones sobre el nivel de vulnerabilidad de una estructura, al permitir identificar elementos vulnerables y la efectividad de ciertas intervenciones para minimizar esa vulnerabilidad. La valoración probabilística (curvas de fragilidad), del daño puede brindar información esencial para la evaluación de costos que se generarían por el refuerzo. **Los resultados** muestran que la irregularidad del plano estructural influyó en las curvas

de fragilidad, por lo que los resultados debieron ser empleados con cautela y su confiabilidad debe ser mejorada en posteriores estudios.<sup>10</sup>

Sulaiman Albidah (2016), la investigación descrita en la tesis se centró principalmente en el comportamiento sísmico de muros de corte de concreto delgados levemente reforzados que emplean el procedimiento de evaluación basado en el desplazamiento, se realizó una encuesta de reconocimiento de campo sobre las características del muro de corte en ocho construcciones: cuatro en Arabia Saudí, tres en Australia y uno en Malasia, las observaciones de las encuestas se utilizaron para realizar recomendaciones sobre los valores de los parámetros de diseño para la planificación de la investigación experimental y la evaluación probabilística, se realizaron estudios paramétricos que involucran análisis de historial de tiempo no lineales al considerar tres variables: geometría, flexibilidad de base y excitaciones de movimiento en el suelo.<sup>11</sup>

### **Artículos Científicos**

En **artículos científicos** tenemos a Asteris [et al] (2016), , el artículo presentó un método para el diseño o evaluación de sistemas estructurales de mampostería resistentes a sismos, el proceso se ilustra utilizando estudios de caso de estructuras históricas de mampostería en el continente europeo, la aplicación del método propuesto se verifica por medio del análisis de edificios de mampostería existentes en tres países (Grecia, Portugal y Chipre) con distintos niveles de sismicidad, que influye en el riesgo que afecta a las estructuras de mampostería. El artículo concluye que la vulnerabilidad y la evaluación de estructuras históricas de mampostería sigue siendo un desafío considerable desde el criterio de la ingeniería; la metodología utilizada demostró ser útil para el análisis las edificaciones mencionadas.<sup>12</sup>

Formisano, Chieffo y Mosoarca (2017), este artículo menciona que

las edificaciones de mampostería típicos de los centros históricos italianos representan un dilema muy acuciante que se basa en la necesidad de recuperación del tejido original del carácter urbano. El artículo concluye que se ha demostrado el escenario de daño de las edificaciones inspeccionadas al resaltar claramente la influencia de las diferentes posiciones de las unidades estructurales en los daños

que deben sufrir los agregados de mampostería, bajo diferentes sismos de gran magnitud.<sup>13</sup>

Lestuzzi [et al] (2016), este artículo realiza una evaluación sísmica a escala urbana de las ciudades de Sion y Martigny en Suiza, las cuales han sido identificadas en función a su importancia con respecto al tamaño y las características del grupo de obras para las cuales se contaba con información, este artículo utiliza la metodología Risk-UE, el método empírico LM1 y el método mecánico LM2; los resultados obtenidos se compararán para evaluar la precisión relacionada. El artículo concluye que los resultados obtenidos son los primeros pasos para una investigación más detallada que trate sobre el riesgo sísmico en el estado de Valais Suiza.<sup>14</sup>

## **Teorías relacionadas al tema**

### **Edificaciones.**

#### **Estructuras**

Nombre que se asigna al conjunto de elementos fusionados o conectados entre ellos diseñados con la función de recibir y soportar, cargas y esfuerzos (Gracia y Cabeza, 2015, p. 415). A la vez transmitir estas cargas a suelo donde están asentadas y garantizar de este modo la función estático – resistente de la edificación (Wilde y Coley, 2012, p. 5). Gracias a estos elementos es posible mantener estática la edificación, lo que permite que esta construcción mantenga su peculiaridad básica de acuerdo a su finalidad. (Feng, Yan y Hong, 2015, p. 354).

La NTP E-070 decreta los requerimientos y obligaciones mínimas para analizar, diseñar, elegir materiales, los procesos de construcción, controlar la calidad y fiscalizar las estructuras de albañilería constituida en su mayoría y de forma principal por paredes confinadas y armadas (Strydom y Viljoen, 2014, p. 40). La albañilería es un método débil, para el cual solo se necesita una deformación mínima para que se agriete. Debido a esto se necesita utilizar cimentaciones rígidas cuando se construye sobre suelos de baja capacidad portante (Structural Engineers Association, 2000, p. 234). Las construcciones de una mediana altura que más abundan en nuestro país están constituidas por muros de albañilería confinada o

por muros reforzadas en su interior (Gram, 2014, p. 158). La conducta ante un sismo de estas construcciones está relacionadas directamente con la calidad de los materiales que se utilizaron y por el proceso de construcción realizado, por esto la norma hace referencia especial a esta compostura (Dwaikat y Alib, 2016, p. 402).

La NTP E-070 de albañilería nos brinda definiciones para poder entender mejor el lenguaje técnico de los profesionales y entorno constructivo.

## **Construcciones de viviendas en el Perú.**

### **Construcciones Formales de viviendas**

Entendemos por construcciones formales, como aquellas que son realizadas respetando la NTP que establecen ciertos criterios tanto de diseño como de construcción y materiales (Wijayaningtyas y Lukiyanto, 2019, p. 154). Estos permiten que nuestras construcciones tengan una adecuada resistencia frente a eventos sísmicos y climático, así garantizar la seguridad de sus ocupantes (Dekel, 2020, p. 54); vale decir también que estas construcciones son antes diseñadas por profesionales con conocimientos técnicos, y supervisadas en toda su ejecución para el correcto cumplimiento de las mismas (Vieda y Chiodelli, 2021, p. 62).

### **Construcciones Informales de viviendas**

Ante la necesidad de un lugar donde vivir de muchas familias por el crecimiento poblacional y la migración de pobladores de las regiones andinas a la costa del país para la busca desarrollo y en varias ocasiones con la carencia de recursos económicos (Wegmann y Mawhorter, 2017, p. 128). También. Se presencia el crecimiento de la autoconstrucción de viviendas, esto quiere decir que se construye sin un diseño previo, conocimientos técnicos y sin contar con un asesoramiento profesional, solo con la “experiencia” de albañiles de la zona (Ren, 2017, p. 88), en muchos casos las estructuras van sufriendo modificaciones en el proceso o se construye a medida que se cuente con la liquides económica, dejando siempre procesos inconclusos, adicionalmente a esto también se construyen en lugar no apropiados, ya que no se conoce el tipo de suelo donde levantaremos la edificación, con materiales de dudosa calidad. (Gallegos, 2005, p.34) [15]. Todos estos

aspectos, hacen que dicha construcción pueda presentar debilidades estructurales y sean poco resistentes a eventos sísmicos o ambientales que se presenten (Zhang, 2018, p. 880).

## **Fenómenos Naturales.**

### **Sismo**

Vibración de la superficie de la tierra generada por movimientos violentos e inesperados de las capas internas aglomerando energía que es soltada rápidamente en formas de ondas (Pulinets y Ouzounov, 2015, p. 379). Además, esto ocasiona movimientos en la superficie terrestre ocasionando en algunos casos pérdidas de acuerdo a la intensidad de estos (Satriano, Min, Zollo, y Kanamori, 2015, p. 115).

# **III. METODOLOGÍA**

### **3.1 Tipo y Diseño de Investigación**

#### **Tipo de investigación**

La investigación será aplicada, impulsada por el espíritu de la investigación básica se centra en las soluciones teóricas. Implica a un grupo específico, no a todos. Se refiere a resultados inmediatos y le interesa mejorar a las personas en el proceso de investigación (Hernández y Mendoza, 2018, p.174). [16]

#### **Diseño de investigación:**

La investigación cuasi-experimental también manipula deliberadamente al menos una variable independiente para ver su efecto y la relación con una o más variables dependientes, pero la diferencia en seguridad o confiabilidad entre ellas y el experimento real está relacionada con la equivalencia del grupo inicial. Son estudios observacionales que manipulan a las variables.

El proyecto se considera cuasi experimental, ya que se manipularán deliberadamente.

### **3.2 Variables, Operacionalización**

Para Valderrama (2015, p. 160), la operacionalización de variables supone la indagación de los componentes que son parte de las variables, con el propósito de establecer subdimensiones e indicadores que operan de un modo conceptual. [17]

#### **Variables**

Variable Independiente: Construcción Informal

Variable Dependiente: Vulnerabilidad Sísmica

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

De acuerdo a Arias (2006, p.81) es el grupo de todos los componentes que se están analizando, para procurar obtener deducciones.

La población estará compuesta por todas las viviendas informales del asentamiento humano Huáscar de 827 viviendas de albañilería edificadas y ocupadas en el distrito de San Juan de Lurigancho, Departamento de Lima.

### **Muestra**

Una muestra es una parte de la población que se estudia del cual se recogerá información que se deberá definir y delimitar con anticipación y exactitud, esto será específico de la población (Carrasco, 2008, p.123). [18]

Con lo mencionado, la muestra de la presente investigación será una vivienda de albañilería confinada de 2 pisos del asentamiento humano Huáscar, del distrito de San Juan de Lurigancho, cuyos cálculos se realizarán a través del software Etabs, que resulten de los análisis dinámicos como desplazamientos, esfuerzos, periodos de vibración; así como de las demás evaluaciones mediante la longitud, fuerzas cortantes, momentos flectores, fuerzas axiales, momentos torsionantes, derivas, periodos, porcentaje de participación de masas y cortante basal.

### **Muestreo**

En esta investigación el tipo de muestreo es no probabilístico porque los ensayos son seleccionados en base al juicio del investigador en función a determinados objetivos propios, analíticos y particulares, Los muestreos no probabilísticos son aquellos que desconocen la probabilidad de seleccionar cualquier parte de la población. Es el proceso de selección de la muestra para estimar las características de la población.

En este presente trabajo se considera un tipo de muestreo no probabilístico, ya que sigue las características propias del investigador que se basa en su toma de decisiones, a su vez se centrará en el estudio total de la estructura de la vivienda de albañilería confinada de 2 pisos por lo que no habrá muestreo.

## **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnica de recolección de datos**

Según Hernández Sampieri (2014), se puede entender como técnicas a lo siguiente:

[...] la técnica es básicamente un conjunto de mecanismos, sistemas y medios, observar recolectar y transmitir la información [...]. Las técnicas hacen referencia a la forma en la que se obtienen los datos y los instrumentos son las herramientas con las cuales se logra obtener la información que se requiere para la investigación. (Sampieri et al., 2014: 199). [19]

En este presente proyecto de investigación va utilizar como técnica una observación experimental.

“la observación como técnica herramienta para una investigación científica, es un proceso muy estricto la cual nos va a permitir conocer, de una forma más directa, el objeto de estudio para poder analizar y describir la realidad estudiada.” (Bernal, 2010: 257). Una observación experimental es entendida como, aquella que se realiza cuando se observa de una manera neutral en la cual no se involucra dentro del medio o la realidad en la cual se realizara la investigación proyectada; una observación experimental se diferencia de una observación no experimental por la elaboración de datos en condiciones controladas por el investigador, especialmente porque puede manipular las variables. [20]

Por lo tanto, la recolección de datos más idónea es la observación experimental la cual se ha planteado en la presente investigación.

### **Instrumento de recolección de datos**

Se utilizarán los siguientes instrumentos en la presente investigación:

- Observación
- Ficha de laboratorio. (ver anexo)
- Ensayos
- Software para análisis no lineal ETABS V18, herramienta para el procesamiento de información.

Tabla 1. *Técnicas e instrumentos*

Descripción	Técnicas	Instrumentos
Perfil del suelo	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Elementos estructurales: C y V	Observación directa	Ficha de resultados del Software - ETABS - 2016
Calidad de los materiales de construcción	Observación directa	Ficha de resultados del Software - ETABS - 2016
Sistema estructural	Observación directa	Ficha de resultados del Software - ETABS – 2016
Espectro de capacidad	Observación directa	Ficha de resultados del Software - ETABS – 2016
Máximos desplazamientos	Observación directa	Ficha de resultados del Software - ETABS – 2016

Fuente: elaboración propia

### **Validez**

Se puede entender la validez de los instrumentos como: “validez de los instrumentos podemos entenderla como: “[...]. el nivel en el cual un instrumento realmente mide la variable que pretende medir” (Sampieri et al., 2014: 201). [21]

Después de analizar, en este trabajo propuesto hemos usado instrumentos de desarrollo tales como el esclerómetro, el software de análisis no lineal ETABS 2016, detector de ondas de cuerpo, las cuales tienen una validez directa ya que son fabricados por empresas que gozan de buen prestigio, las mismas que son probadas y verificadas. También se debe tener en cuenta que estos instrumentos son de uso común dentro de la ingeniería civil, por lo que hace que su validez interna está garantizada.

Las herramientas son desarrolladas especialmente para el desarrollo de este proyecto, como son las fichas para recolección de datos, validez interna vendrá dada por la opinión de los tres expertos en el tema, los mismos que serán los ingenieros civiles con colegiatura vigente.

### **Confiabilidad**

De acuerdo a la conceptualización de Carrasco Sergio (2008), la confiabilidad es un proceso que se realiza para establecer que la información recogida es objetividad y precisión del caso. Es decir, si la información es confiable en términos de sinceridad y arroja los mismos resultados.

El programa Etabs nos da la confianza de que sea una herramienta poderosa la cual es usada por muchos estructuristas, nosotros nos basamos con este programa porque nos da una gran capacidad y aciertos ante eventos y comportamientos sísmicos ante la estructura.

### **3.5 Procedimientos**

Para iniciar a desarrollar el presente proyecto se comenzó con la búsqueda de bibliografías con relación al análisis de la vulnerabilidad sísmica en construcciones, tratando de encontrar métodos que se apliquen en el país y en otros con características parecidas.

Posteriormente se identifica las viviendas a estudiar para cumplir con la muestra seleccionada, se realizara los estudios de laboratorio de suelos para determinar el tipo y la capacidad portante del mismo, también se procederá a la visita de las mismas para la toma de datos con las fichas elaboradas, así mismo se solicitara la autorización de los propietarios para ingresar a sus hogares y evaluar los mismo interiormente como también realizar las pruebas de esclerometría en los elementos estructurales (columnas, vigas).

Finalmente se procederá a el análisis de los datos obtenidos y determinaremos la vulnerabilidad sísmica de las construcciones estudiadas, se realizará cuadros dinámicos en programas computacionales como el SPSS y se comparará las viviendas más vulnerables en cada método con un modelamiento en el programa ETABS.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Realizamos mediante el modelamiento estructural, así mismo aplicaremos el uso del programa Etabs, lo cual nos servirá fundamentalmente para el modelamiento y posteriormente a un mejoramiento de la vivienda informal para una buena evaluación estructural

### **3.7 Aspectos éticos**

De acuerdo a los principios éticos y morales que respaldan esta investigación, toda información recolectada en campo, es confidencial, privada y de mi autoría. Para avalar esta investigación, el desarrollo de la metodología fue citado y descrito por diferentes autores, tomando como referencia el sistema ISO 690.

Y es así que en esta investigación se respeta la veracidad de los datos vertidos, y la genuinidad de la información. Así como la oportuna citas y referencias a los autores de las diferentes citas, gráficos e información utilizada con los fines de esta investigación.

La misión de esta tesis para lograr la titulación de la carrera de ingeniería civil es el desarrollo con total veracidad y confianza para poder brindar a dicha persona de poder evaluar y lograr una aceptación mediante este proyecto, además de brindarle una mejor calidad de vida y la seguridad de su familia.

# **IV. RESULTADOS**

NOMBRE DE LA TESIS:

**Análisis de Vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.**

## UBICACIÓN

Departamento: Lima

Provincia : Lima

Distrito: San Juan de Lurigancho

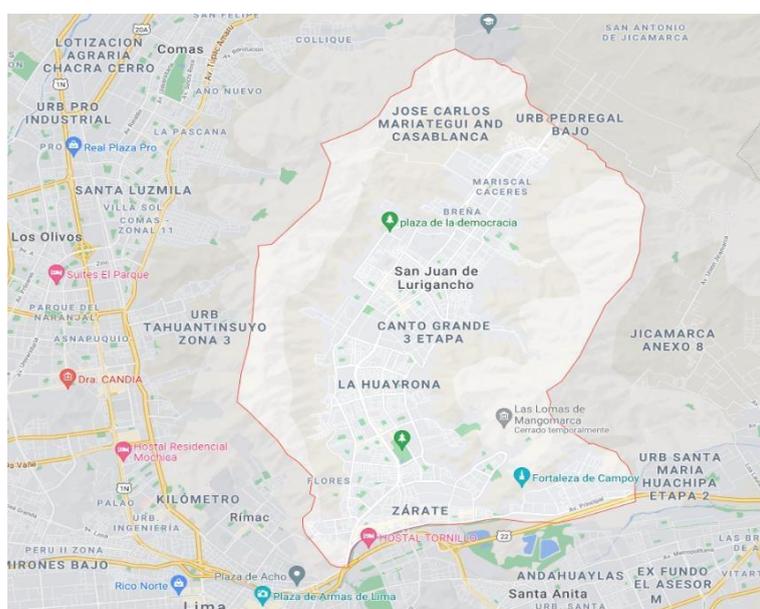


Figura 01: Localización de la vivienda  
Fuente: Google maps

Ubicación: Por el Norte limita con el distrito de San Antonio (provincia de Huarochirí), por el Este continúa limitando con el distrito mencionado y el distrito de Chosica, por el Sur con los distritos de El Agustino y Lima, y por el Oeste con los distritos de Rímac, Independencia, Comas y Carabayllo.

El estudio se realizó en el Asentamiento Humano Huáscar que pertenece al distrito de SJL, donde se hizo la calicata correspondiente:

### Descripción: Calicata 1

Profundidad: 2.50m

Dimensiones: (1.30x1.30) m



Figura 02: Calicata N°1  
Fuente: Elaboración propia



Figura 03: Calicata N°1  
Fuente: Elaboración propia



Figura 04: Calicata N°1  
Fuente: Elaboración propia



Figura 05: Calicata N°1  
Fuente: Elaboración propia

<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080</b>			
Procedimiento interno AT-PR.9			
Estado	Remoldeado (material < Tamiz N° 4)		
Calicata	C-1		
Prof. (m.)	2.50		
Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	5.95	5.95	5.95
Altura Inicial de la muestra (cm)	1.89	1.89	1.89
Densidad húmeda inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.869	1.869	1.869
Densidad seca inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.488	1.488	1.488
Cont. de humedad inicial (%)	25.6	25.6	25.6
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	1.88	1.87	1.86
Altura final de la muestra (cm)	1.87	1.86	1.85
Densidad húmeda final (g/cm <sup>3</sup> )	1.907	1.901	1.898
Densidad seca final (g/cm <sup>3</sup> )	1.499	1.505	1.515
Cont. de humedad final (%)	27.2	26.3	25.3
Esfuerzo normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.5	1.0	2.0
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.322	0.542	0.982
Angulo de fricción interna :	<b>23.7 °</b>		
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> ) :	<b>0.10</b>		

Figura 06: Ensayo de corte directo  
Fuente: Laboratorio -02 UNI

## DESCRIPCIÓN: ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Con la finalidad de determinar las características de los tipos de suelos que sirven como fundación de las estructuras estudiadas, se procederá a realizar los estudios respectivos de estos. Los estudios de suelos programados serán:

Clasificación de suelos: Este estudio tiene como finalidad determinar qué tipo de suelo se encuentra presente como suelo de fundación de las estructuras estudiadas. Este dato nos permitirá darnos una idea general de las propiedades mecánicas más importantes del suelo.

Ensayo de corte directo: Este estudio consiste en la aplicación de cargas verticales en una muestra del suelo de interés, la que a su vez es sometida a una serie de esfuerzos horizontales para determinar el esfuerzo de corte. Este ensayo nos permite obtener dos parámetros fundamentales del suelo, el Angulo de fricción interno ( $\phi$ ) del suelo y la cohesión de este ( $c$ ).

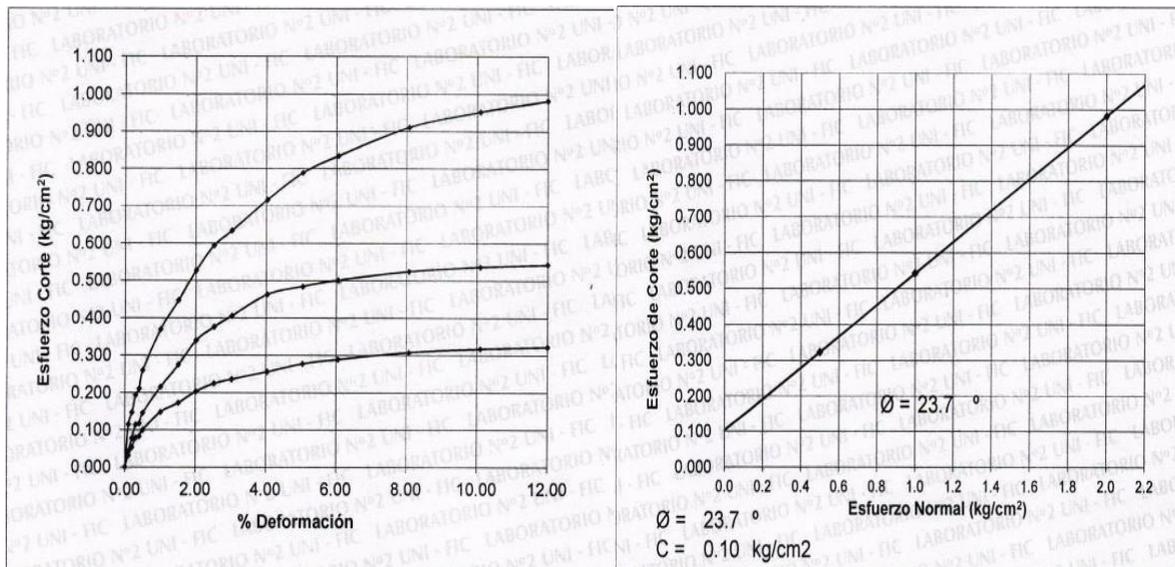


Figura 07: Ensayo de corte directo  
Fuente: Laboratorio -02 UNI

Profundidad de exploración: De acuerdo con el numeral 2.3.2 c de la norma de suelos (E050), la profundidad de exploración mínima puede obtenerse de acuerdo con la siguiente expresión:

$$p = D_f + z$$

Donde,  $D_f$ , es la profundidad de cimentación, medida desde el nivel de terreno natural hasta el fondo de la zapata más profunda; mientras que  $z=1.5B$ , donde  $B$  es el ancho de la cimentación prevista.

De acuerdo con las condiciones de este trabajo de investigación, se determinó que:

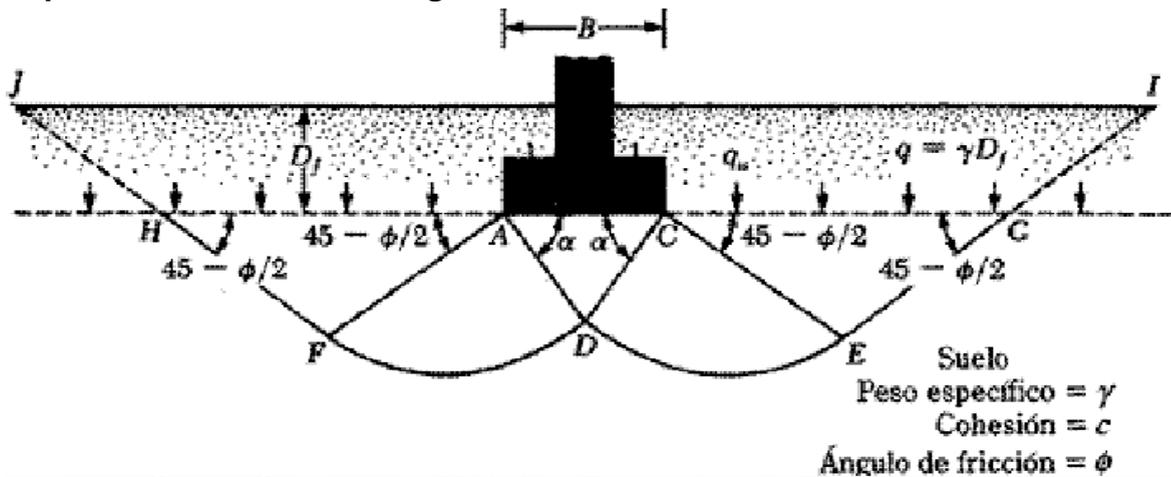
$$D_f=1.20\text{m } Z=1.3*1\text{m}=1.3\text{m}$$

Por lo que la profundidad mínima de exploración debe ser de:

$$P=2.5\text{m}$$

En cuanto a las dimensiones en planta, estas deberán ser tales que permitan la maniobrabilidad de un operario. Considerando en este caso que las dimensiones de la calicata deberán ser como mínimo de 0.60x0.60x2.50; en este caso usé las dimensiones de: 1.20x1.20x2.50.

### Capacidad admisible de carga



La ecuación de la capacidad última de carga es la siguiente:

$$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

donde

Ángulo de F. l. ( $\phi^\circ$ ):	23.7°	$N_q$ :	8.66
Cohesión (Kg f / cm <sup>2</sup> ):	0.1	$N_c$ :	18.05
$P_u$ (Kg f):	30000	$N_\gamma$ :	8.20

Peso específico por estrato:

N°	Altura (m)	$\gamma$ (Tn/m <sup>3</sup> )
Suelo 1	3	1.42

$D_f$  (m): 1.24  $q$  (Kp/cm<sup>2</sup>): 0.186

Capacidad última de carga ( $q_u$ ) (Kp/cm<sup>2</sup>): 4.39

Considerando un factor de seguridad de 3

Capacidad admisible de carga ( $q_{adm}$ ) (Kp/cm<sup>2</sup>): 2.51

Dimensión calculada de la zapata ( $B$ ) (m): 1.43

Figura 08: Procedimiento para carga admisible  
 Fuente: elaboración propia (Excel 2018)

Capacidad admisible de carga = 2.51 Kp/cm<sup>2</sup>

### Trabajo de Laboratorio

Se realizó en total 1 calicata, es por ello que, se realizó 1 ensayo granulométrico para identificar el terreno más desfavorable y así poder realizar los ensayos respectivos para su mejoramiento con los aditivos.

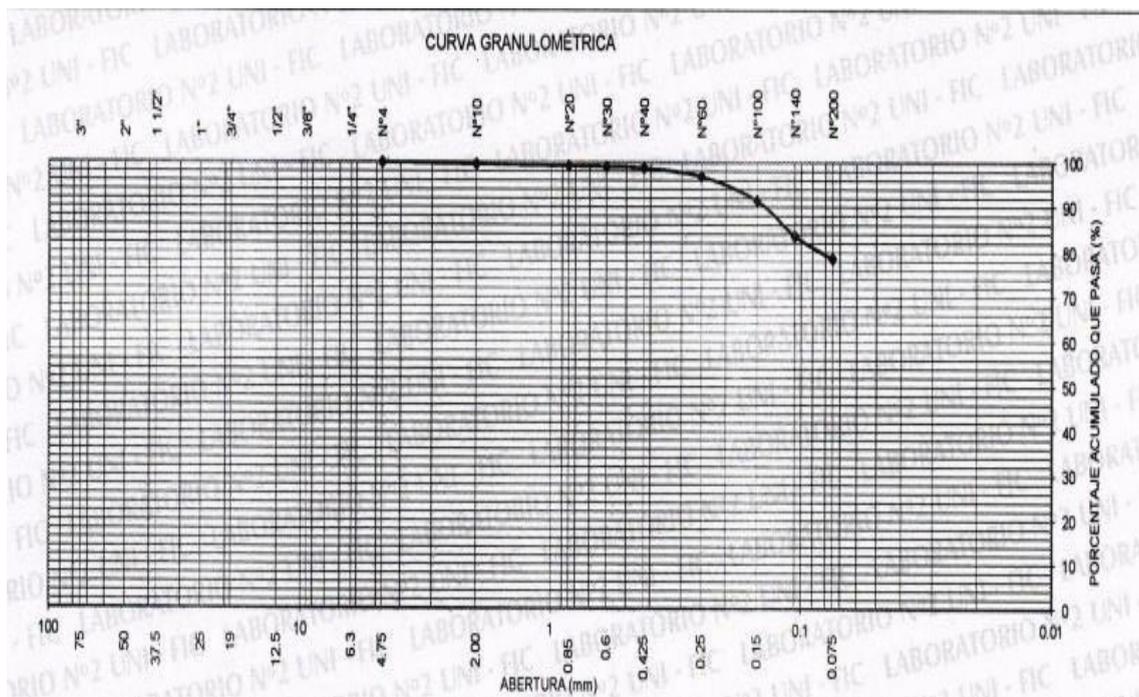


Figura 09: Curva granulométrica  
Fuente: Laboratorio -02 UNI

**Interpretación.-** Según el ensayo granulométrico por tamizado se puede demostrar que el material obtenido de la CALICATA 01, logró pasar el 78.6 % a la malla N° 200 siendo un material con poca cantidad de finos, un 21.4% de material logró pasar por la malla N° 4 siendo considerado un material arenoso.

De acuerdo a la muestra extraída de la calicata ubicada en el asentamiento humano huascar- San Juan de Lurigancho, se pudo demostrar según la clasificación SUCS en el laboratorio (UNI LABORATORIO N°2 MECANICA DE SUELOS) que la muestra es una ARCILLA GRAVOSA LIMOSA (CL-ML) y mediante la clasificación AASHTOO pertenece al grupo A-2-6 y A-2-7.

**EN CONCLUSIÓN**, la calicata N°01 es el terreno mas desfavorable, por ello se procedió a llevar las muestras al laboratorio y realizar los ensayos de Límites de Atterberg.

% Grava	:	----
% Arena	:	21.4
% Finos	:	78.6

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
Procedimiento interno AT-PR.5		
Límite Líquido	:	22
Límite Plástico	:	18
Índice Plástico	:	4

**Clasificación SUCS ASTM D2487 : CL-ML**

Figura 11: Límites de consistencia ASTD4318  
Fuente: Laboratorio -02 UNI

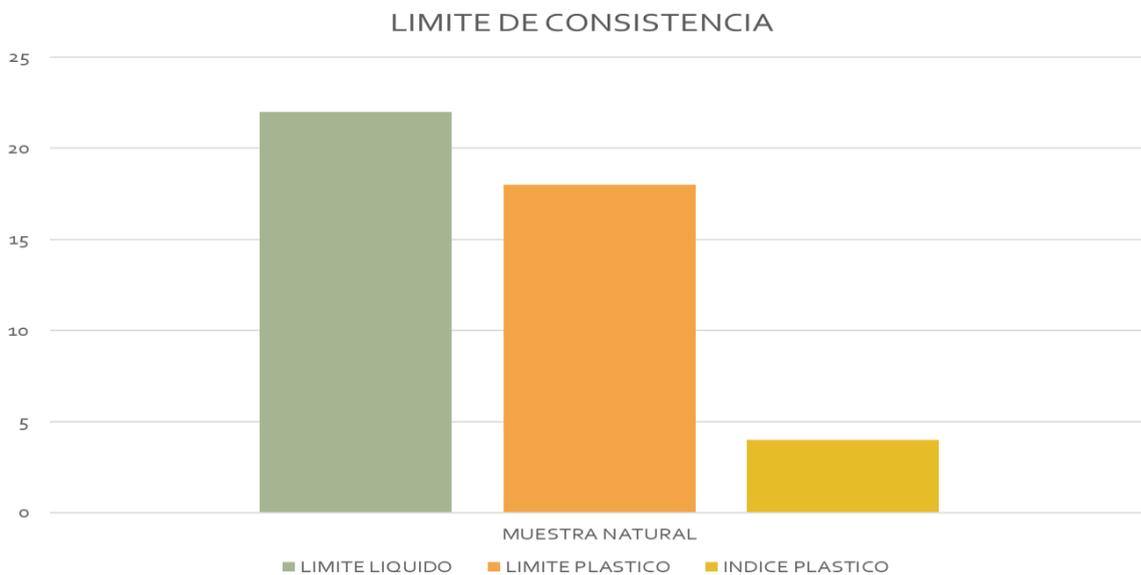


Figura 12: Límite de consistencia  
Fuente: elaboración propia

**Interpretación.** - Se puede visualizar que la muestra inicial de la calicata N°01 tiene un 17.5 % de contenido de humedad, un Límite Líquido de 22%, Límite Plástico 18% y un Índice de plasticidad de 4% esto debido a la presencia de zonas puquiales y ojos de agua en la zona, razón por el cual siempre se mantienen húmedo.

Se puede observar que la muestra es arcilla gravosa limosa por el cual se puede corroborar en el ensayo realizado, esto debido a la alta presencia de humedad, es por el cual al tenerlo en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  presentó una gran cantidad de variación.



Figura 12: Optimo contenido de humedad  
Fuente: elaboración propia

### Trabajo de Laboratorio

Se realizó en total 1 calicata, lo cual realizamos 1 ensayo y esclerometría

En general, la determinación de la resistencia a la compresión de un concreto colocado es una tarea con cierta complejidad, ya que al estar colocado y formar parte de un sistema estructural, la extracción de testigos se hace complicada, ya que es una técnica de ensayo destructiva. Existen técnicas alternativas, denominadas ensayos de resistencia no destructivos, una de tales pruebas, y probablemente la más conocida es la esclerometría.

Esta técnica consiste en golpear un concreto existente con un pequeño martillo conocido usualmente como esclerómetro, este al rebotar nos marca una longitud, la que esta correlacionada con la resistencia a la compresión, por lo que esta medida es indirecta.

Aunque la esclerometría es una técnica de inspección muy difundida, a lo largo de su aplicación en la ingeniería, se ha notado que, en general no brinda resultados

muy precisos, por lo que su uso debe ser verificado por el uso de otras técnicas de muestreo.



Figura 13: Esclerometro  
Fuente: elaboración propia

**Interpretación.** – Aplicando la esclerometría en las 3 columnas nos dio un resultado de la resistencia al concreto ( $F'c$ ) lo cual nosotros optamos por tomar la promedia critica de todos los resultados para así tomar como valor fijo ante el diseño mediante el modelamiento del etabs 2016

**Conclusión.** – Esto nos sirvió para generalizar las columnas restantes y así cumplir con lo requisitos para empezar el trabajo en el programa, como optimo valor fue tomado  $F'c=175\text{kg/cm}^2$ .

Tabla 1. *Datos de Esclerometría*

Código	Identificación	Elemento estructural	Fecha aproximada de vaciado	Numero de rebote	Resistencia aproximada (psi)	Resistencia aproximada (kg/cm <sup>2</sup> )
E1 y E2	Fachada	Columna – Piso 1	2018	36	4750 ± 875	334 ± 62
E3 y E4	Puerta de ingreso	Columna – Piso 1	1991	29	3200 ± 608	225 ± 43
E5 y E6	Cocina	Columna – Piso 1	1991	25	2300 ± 554	162 ± 39

Fuente: Laboratorio -02 UNI

## ANÁLISIS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL (modelación)

### Descripción:

El presente análisis se realizó con el programa Etabs eligiendo como opción MKS por lo siguiente, se dejó en conforme lo comandos para realizar la modelación.

La vivienda fue un tipo de sistema albañilería confinada que está relacionada en la combinación de columnas, vigas y muro portante, la cual la vivienda se encuentra en el distrito de San Juan de Lurigancho que tiene como tipo de suelo S2, y cuenta con los planos que se encuentran en el anexo N°5 y el anexo N°06.

La vivienda cuenta con 2 niveles  
Del 1 piso al 2 piso: altura de 6 m

### Definición de los Materiales:

Antes de definir las vigas o columnas se realizó la asignación de los materiales que se utilizaron para la estructura de la vivienda en el software Etabs, las cuales son:

Para concreto:  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Peso volumétrico =  $2.4 \text{ ton/m}^3$

Módulo de elasticidad =  $15000 \times f_c = 194594682.17$

Módulo de Poison = 0.25

Módulo de corte = **Dato etabs**

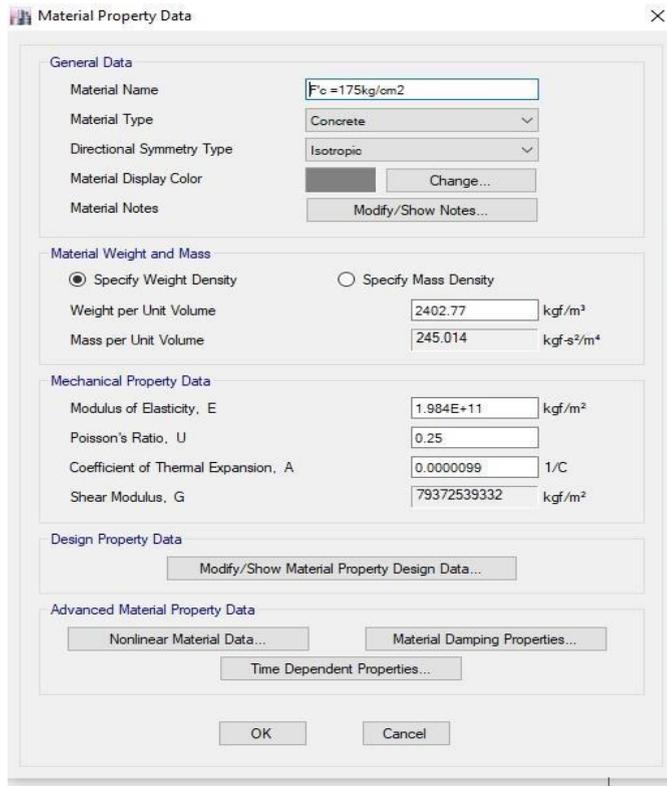


Figura 15. Definición del material del Concreto  $F'c = 175\text{kg/cm}^2$

Fuente: Etabs v.18

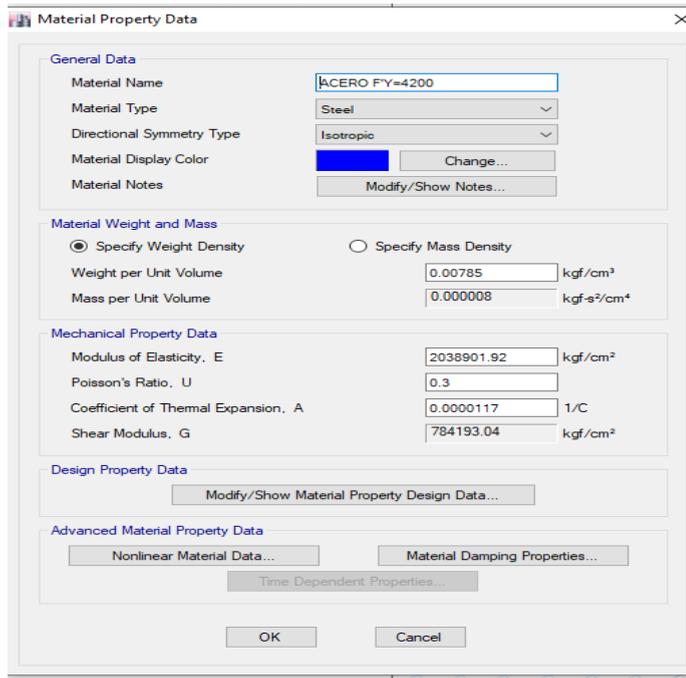


Figura 16. Definición del material del Acero  $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$

Fuente: Etabs v.18

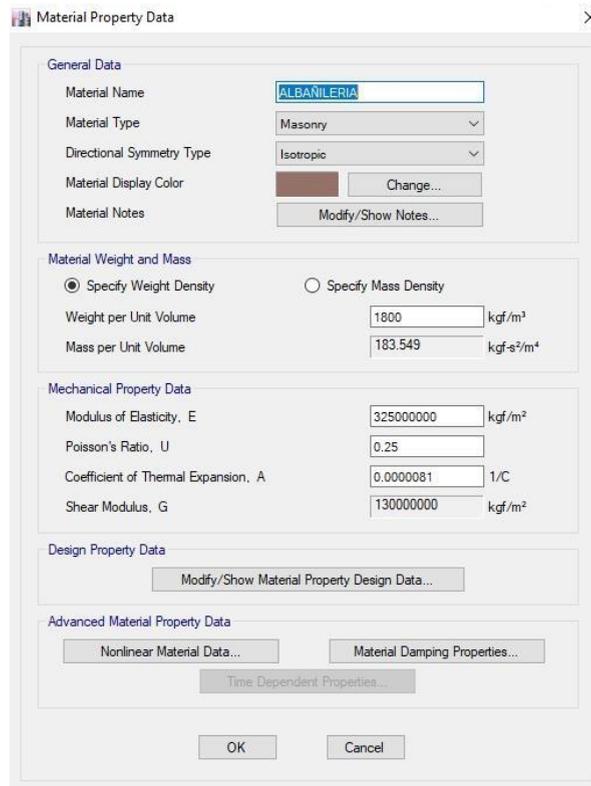


Figura 17. Definición del material del albañilería  
Fuente: Etabs v.18

Tipo de material: Masonry

Módulo de elasticidad: 318716.13 N/cm<sup>2</sup>

Módulo de Poison: 0.25

Módulo de corte: **Dato etabs**

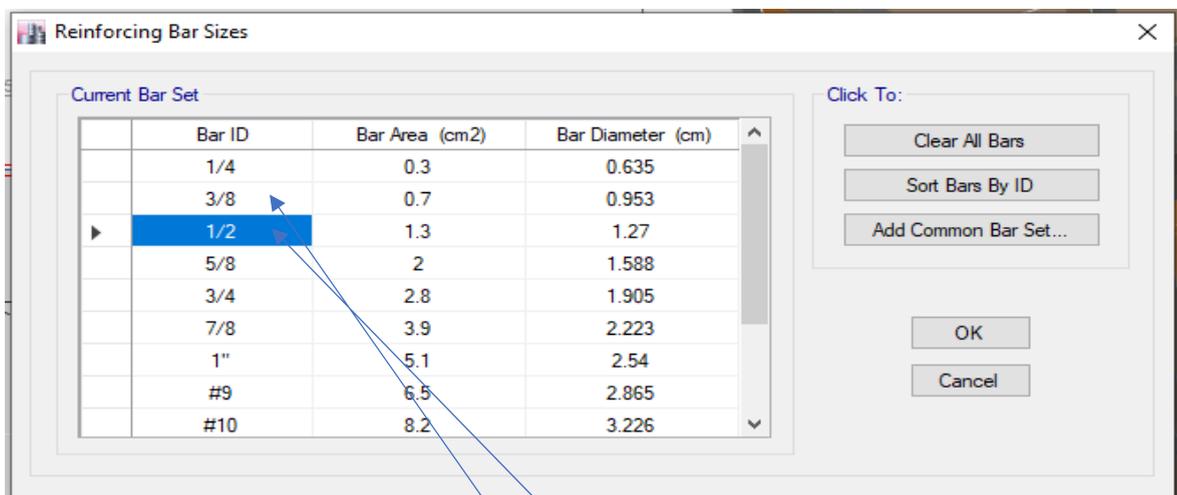


Figura 18: Definición del material de acero  
Fuente: Etabs v.18

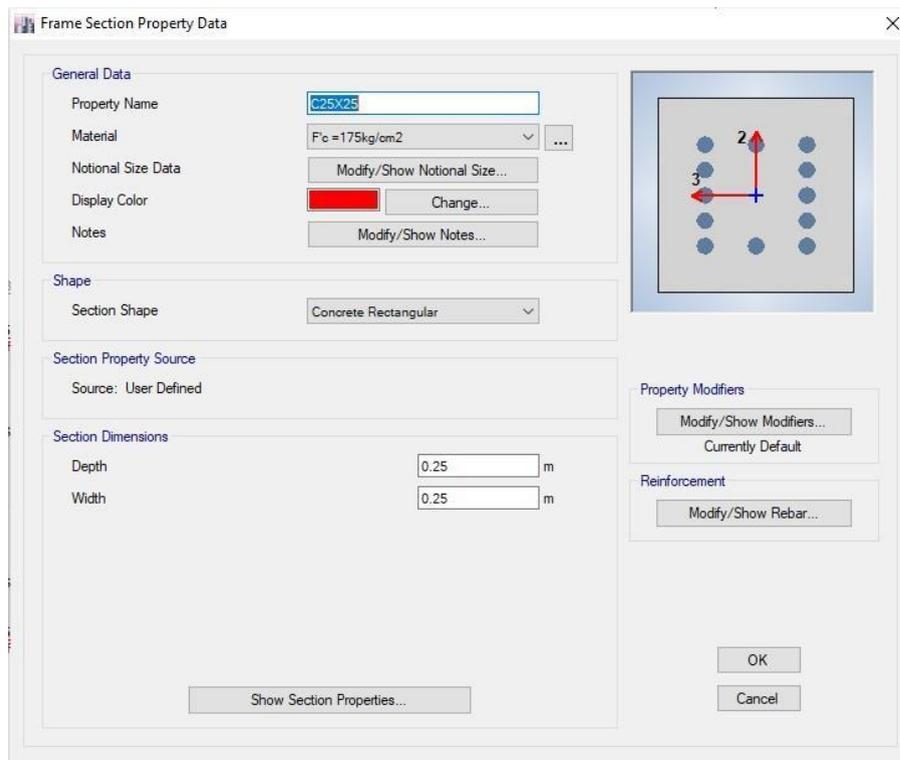


Figura 18: Definición del material de la Columna C (0.25m X 0.25m)  
Fuente: Etabs v.18

Se ha definido las secciones del predimensionamiento para las columnas y vigas con un concreto de  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

Columnas: 25cmx25cm

Vigas: 25cmx45cm

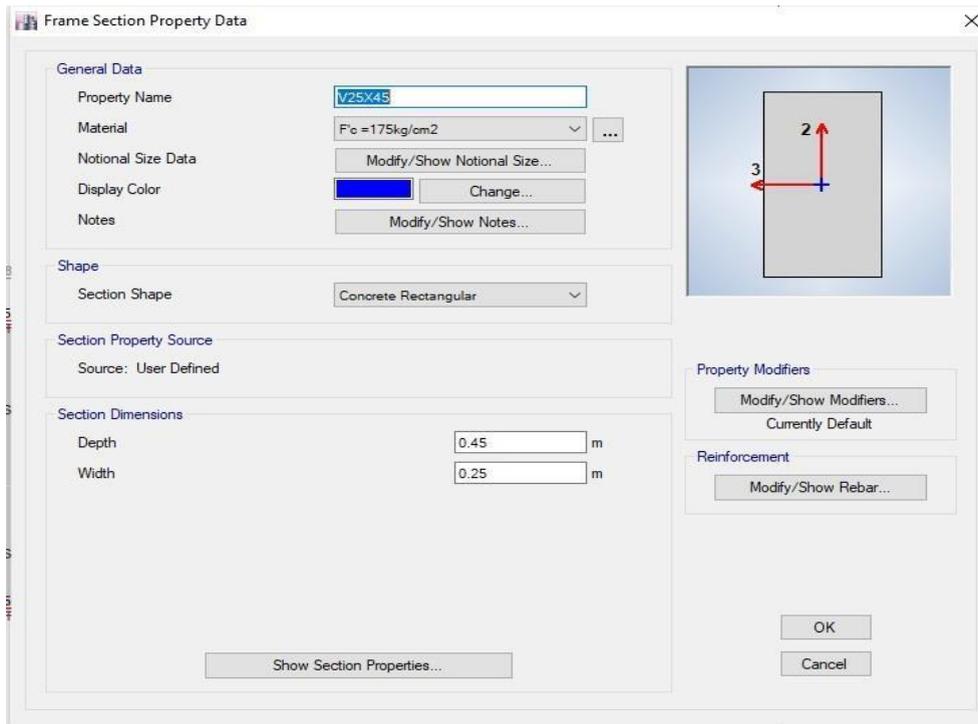


Figura 19: Definición del material de la Viga (0.25mX0.45m)

Fuente: Etabs v.18

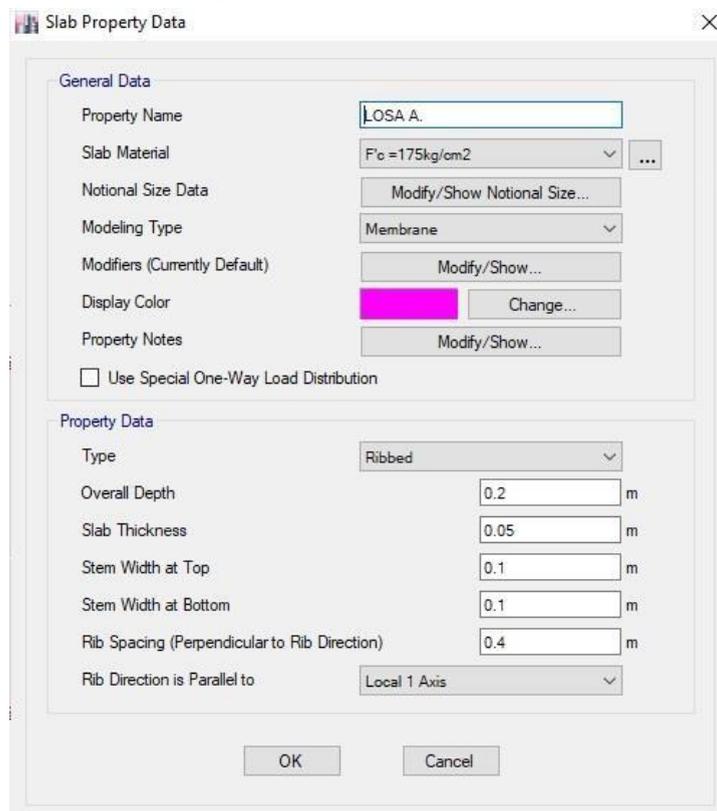


Figura 20: Definición del material de Losa Aligerada

Fuente: Etabs v.18

Elemento de losa aligerada con un concreto  $F'c= 175\text{kg/cm}^2$

Losa aligerada de  $H= 20\text{cm}$

**Interpretación.** – Según los pasos del modelamiento, realizamos el proceso de definir los elementos a proponer en el programa Etabs lo cual es la primera parte para proceder con el correcto modelamiento de la vivienda informal.

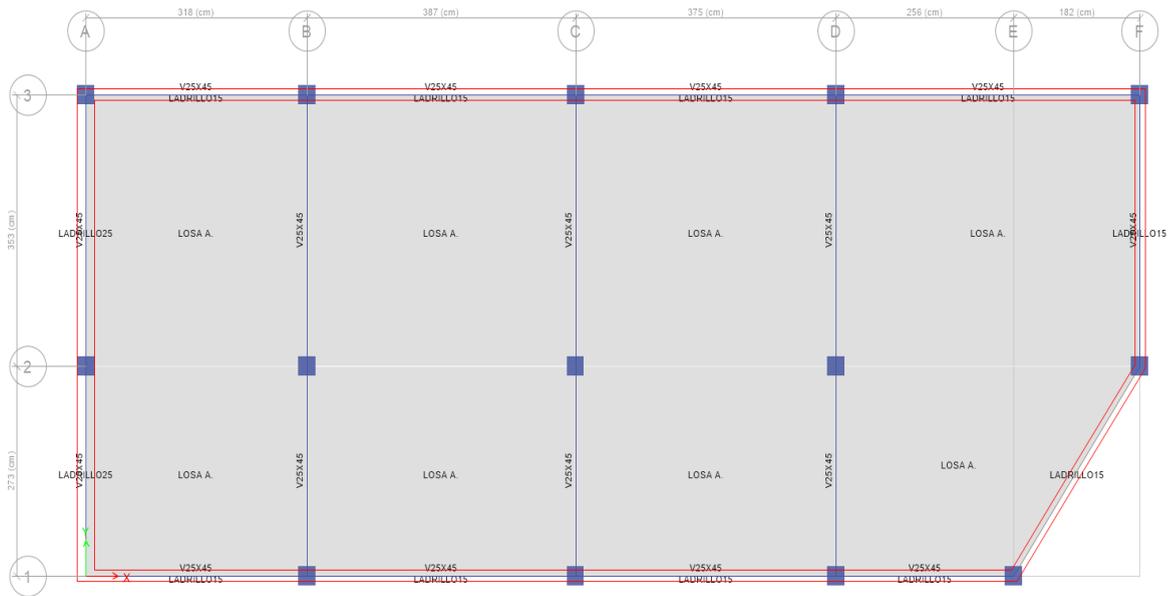


Figura 21: Estructura liberada

Fuente: Etabs v.18

### Asignación de las cargas:

En este paso se realizó la asignación de los tipos de cargas que actúan en la vivienda, las cuales son:

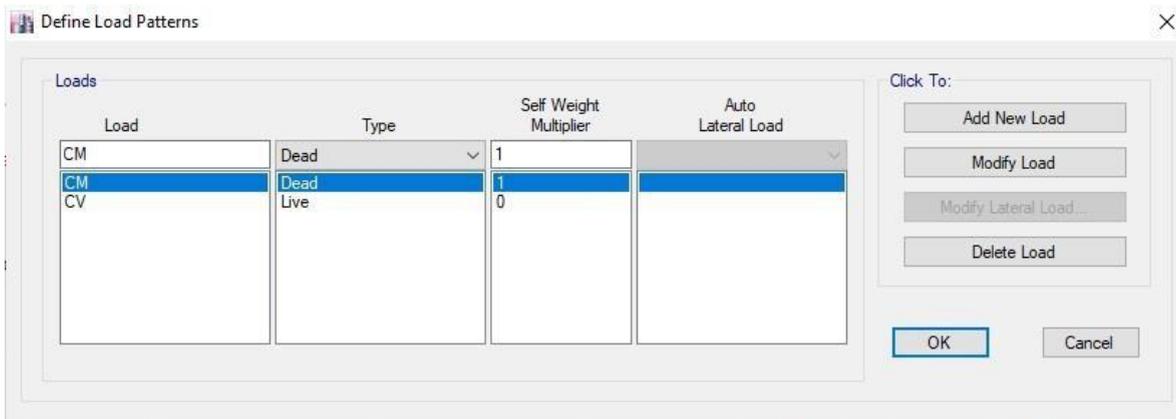


Figura 22: Definición de las cargas

Fuente: Etabs v.18

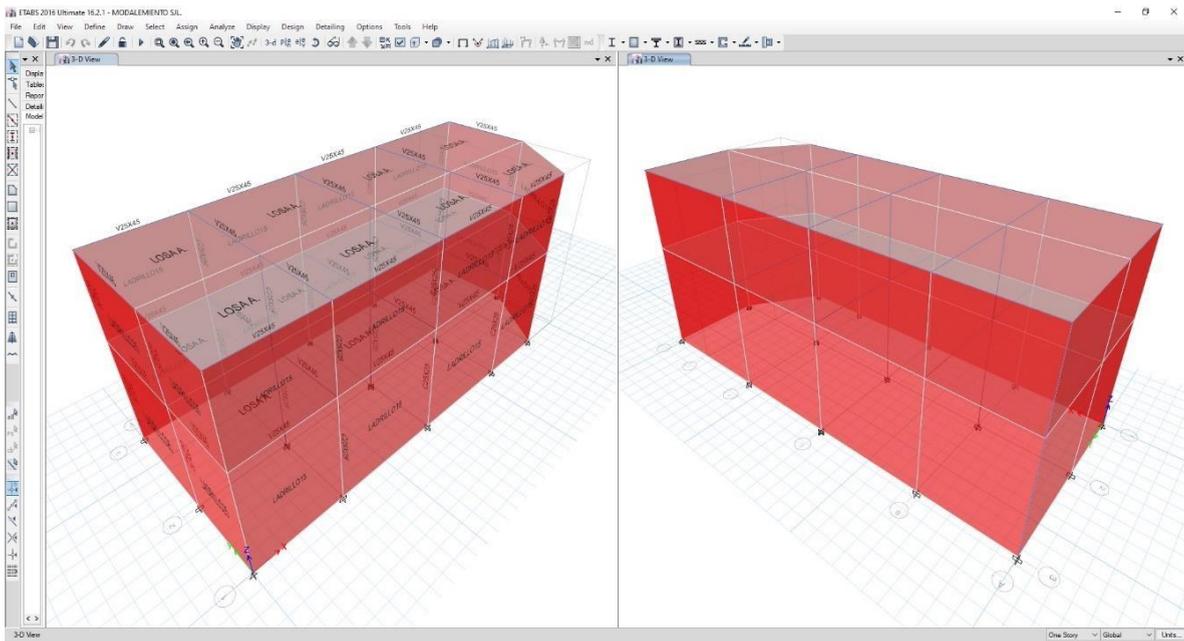


Figura 23: Modelación de la vivienda de 2 pisos

Fuente: Etabs v.18

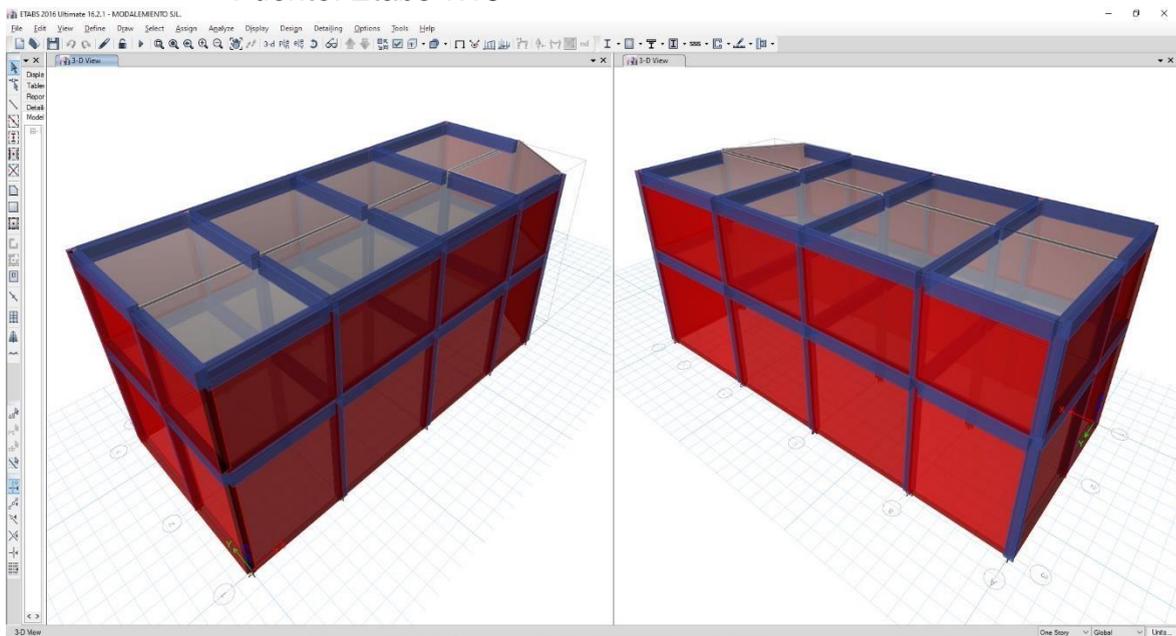


Figura 24: Modelación de la vivienda de 2 pisos

Fuente: Etabs v.18

Tabla 2: Hoja de cálculo para metrado de cargas

	AMARILLO	VERDE	CYAN	AZUL	ROJO MAC
	OFICINA	comedor	SSHH	SUM	HALL
TAB	150	150	150	150	
ACAB	120	120	120	120	
LAD TECHO	65	65	65	65	
<b>CM</b>	<b>335</b>	<b>335</b>	<b>335</b>		
S/C	200	200	20		
<b>CV</b>	<b>200</b>	<b>200</b>			
		Consider			
		Tab			

Fuente: Excel 2018

Tabla 3. cargas en viviendas

<b>Viviendas</b>	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

(\*) Estas cargas no incluyen la posible tabiquería móvil

Fuente: Norma E-020 (CARGAS)

### Asignamos empotramiento a la base de la vivienda

Lo primero es liberar los grados de libertad para evitar cualquier restricción y aseguramos que luego solo el empotramiento está asignado a la base de la vivienda.

El empotramiento a la base de la vivienda nos permitió analizar los siguientes 6 grados de libertad para los pisos superiores, desplazamientos y rotación en X, Y, Z.

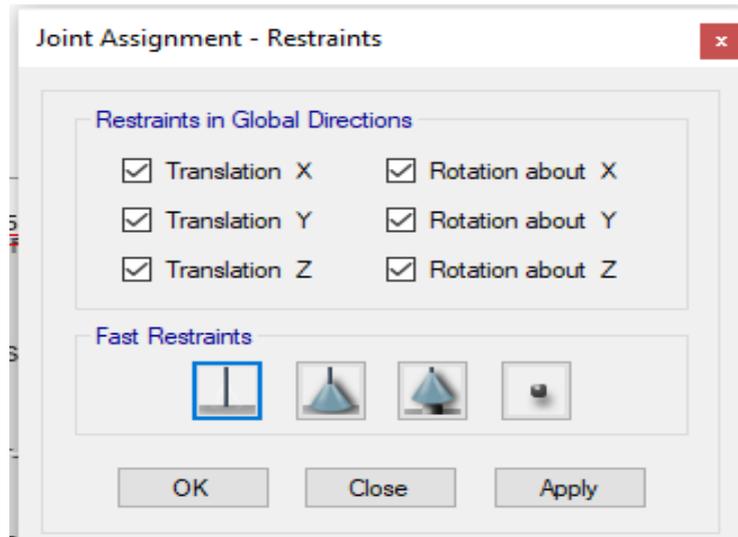


Figura 26: empotramiento a la base de la vivienda  
Fuente: Etabs v.18

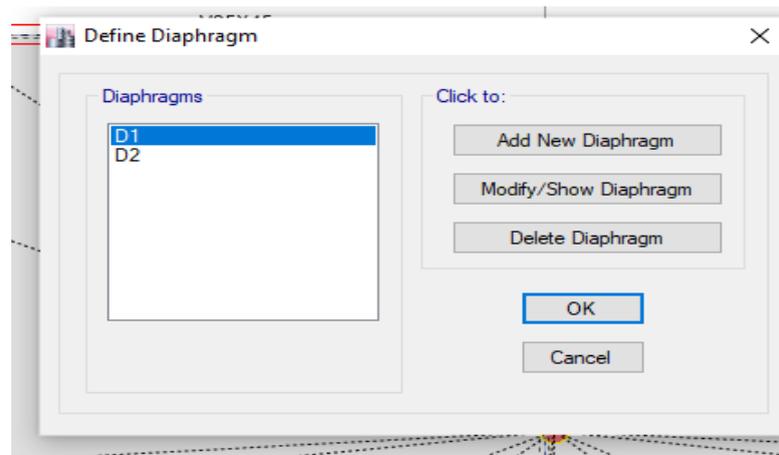


Figura 27: Diafragmas  
Fuente: Etabs v.18

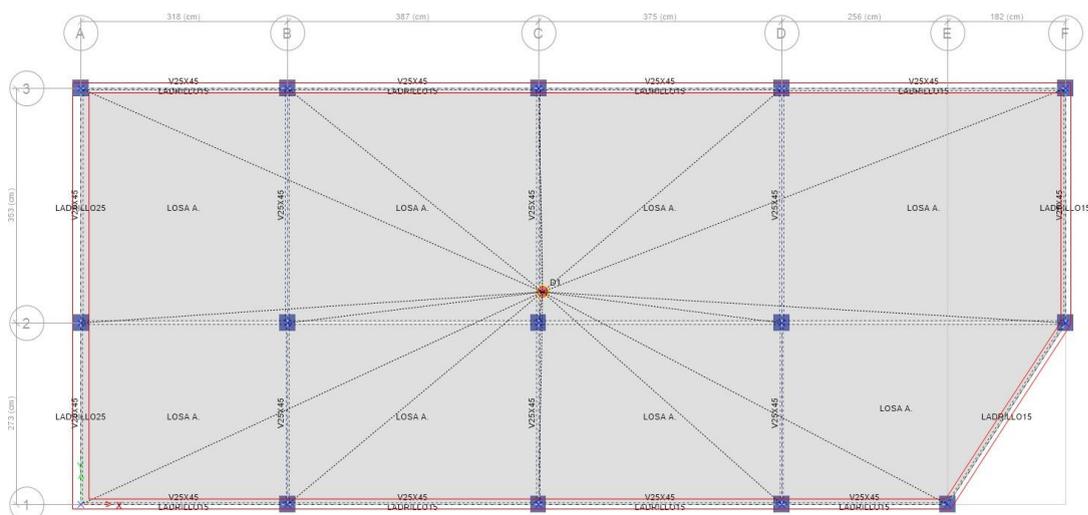


Figura 27: Diafragma  
Fuente: Etabs v.18

**Interpretación.**- aquí podemos observar la colocación de diafragmas por piso, lo cual nos indica el centro de masa de la edificación, esto es una buena aclaración ya que normalmente los diafragmas se deben de posicionar cerca al medio de toda la dimensión y así es como nos quedó.

### **BRAZOS RIGIDOS**

Seleccionamos todo el modelo y se elegimos la opción de brazos rígidos automáticos, para que todo los elementos (columnas y vigas) queden infinitamente rigidizados en su intersección, para así poder obtener los momentos .

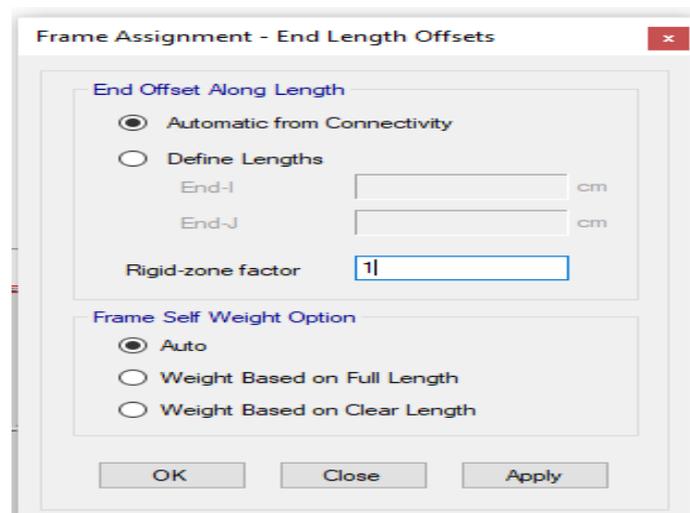


Figura 29: colocación de brazos rígidos  
Fuente: Etabs v.18

### **4.5- Análisis Sísmico Estático**

Para el proceso del análisis sísmico estático se realizó mediante Reglamento Nacional de Edificación-030.

## ESPECTRO DE SISMO SEGÚN LA NORMA E.030-2018

### 1 Zonificación, Según E.030-2018 (E.030/7.0)

Zona : 4       $Z =$  0.45 g

### 2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2018 (E.030/10.0)

Perfil Tipo : S2

$S =$  1.05  
 $T_p =$  0.60  
 $T_L =$  2.00

### 3 Categoría del Edificio, Según E.030-2018 (E.030/12.0)

Categoría : Común C       $U =$  1.00

### 4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2018 (E.030/15.2)

Categoría : 11 Albañilería Armada o Confinada  
 $R_0 =$  3

Figura 30: Guía Espectral (RNE-030)  
Fuente: excel 2018

### 5 Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2018 (E.030/18.0)

Restricciones : No se permiten irregularidades extremas

### 6 Factores de Irregularidad, Según E.030-2018 (E.030/17.2)

Irregularidad en Altura,  $I_a$  : 01 Regular  
 $I_a =$  1.00

Irregularidad en Planta,  $I_p$  : 04 Esquinas Entrantes  
 $I_p =$  0.90

### 7 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2018 (E.030/19.0)

$R = R_0 \times I_a \times I_p =$  2.7

Figura31: Guía Espectral (RNE-030)  
Fuente: excel 2018

**Interpretación.-** Según el formato del Reglamento Nacional de Edificaciones E-030 (2018) hemos sacado estos resultados mediante una hoja de cálculo Excel lo cual nos

ha servido para resumir los resultados según sea la procedencia de vivienda, lo cual podemos observar toda las aclaraciones del caso.

### CÁLCULO DE ESPECTRO

Tabla 4: *Cálculo de la aceleración espectral X*

<i>C</i>	<i>T (s)</i>	<i>Sa/g</i>
2.50	0.00	0.438
2.50	0.02	0.438
2.50	0.04	0.438
2.50	0.06	0.438
2.50	0.08	0.438
2.50	0.10	0.438
2.50	0.12	0.438
2.50	0.14	0.438
2.50	0.16	0.438
2.50	0.18	0.438
2.50	0.20	0.438
2.50	0.25	0.438
2.50	0.30	0.438
2.50	0.35	0.438
2.50	0.40	0.438
2.50	0.45	0.438
2.50	0.50	0.438
2.50	0.55	0.438
2.50	0.60	0.438
2.31	0.65	0.404
2.14	0.70	0.375
2.00	0.75	0.350
1.88	0.80	0.328
1.76	0.85	0.309
1.67	0.90	0.292
1.58	0.95	0.276
1.50	1.00	0.263
1.36	1.10	0.239
1.25	1.20	0.219
1.15	1.30	0.202
1.07	1.40	0.188
1.00	1.50	0.175
0.94	1.60	0.164
0.88	1.70	0.154
0.83	1.80	0.146
0.79	1.90	0.138
0.75	2.00	0.131
0.62	2.20	0.108
0.52	2.40	0.091
0.44	2.60	0.078
0.38	2.80	0.067
0.33	3.00	0.058
0.19	4.00	0.033
0.12	5.00	0.021
0.08	6.00	0.015
0.06	7.00	0.011
0.05	8.00	0.008
0.04	9.00	0.006
0.03	10.00	0.005

Fuente: Elaboración propia

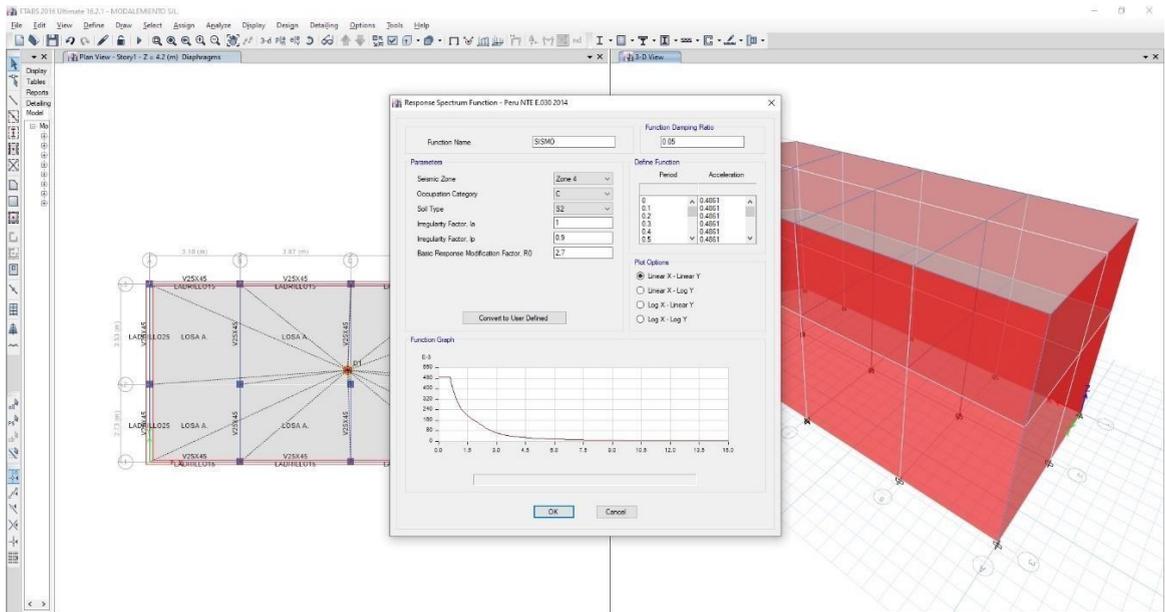


Figura 32: Modelación del espectro sísmico vivienda de 2 pisos  
Fuente. Etabs 2018

**Interpretación.** - El Etabs es un programa de muy buena accesibilidad por lo cual también brinda modelo de espectro sísmico que se adhiere al Reglamento Nacional de Edificaciones, lo cual no ha servido para tener una buen comparación ya que lo resultados son iguales y nos brinda un gráfico igual al que realice un la hoja de cálculo.

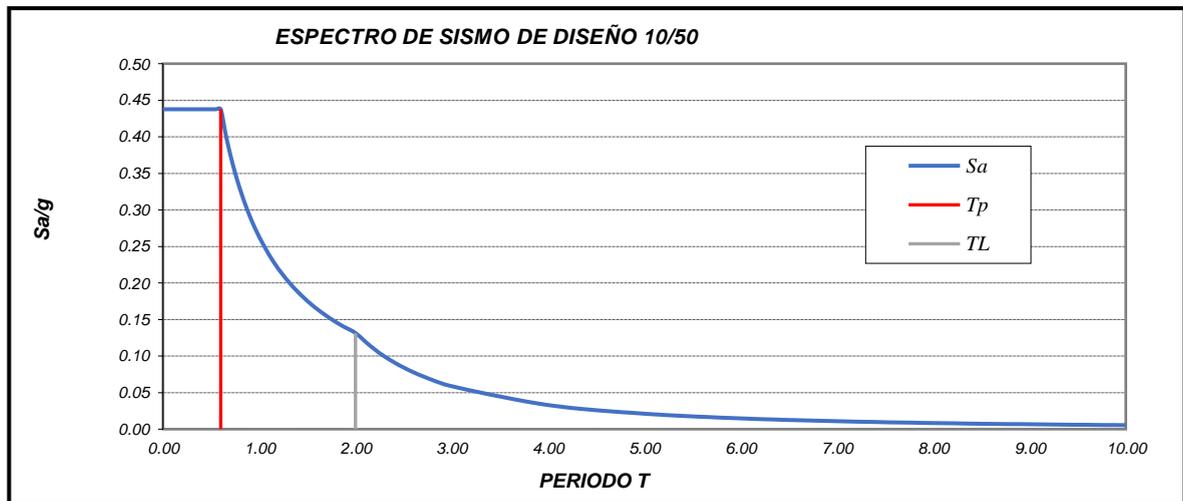


Figura 33: Modelación del espectro sísmico vivienda de 2 pisos  
Fuente: Etabs v.18

## CÁLCULO DE ESPECTRO

Tabla 5: *Cálculo de la aceleración espectral Y*

<b>C</b>	<b>T (s)</b>	<b>Sa/g</b>
2.50	0.00	0.438
2.50	0.02	0.438
2.50	0.04	0.438
2.50	0.06	0.438
2.50	0.08	0.438
2.50	0.10	0.438
2.50	0.12	0.438
2.50	0.14	0.438
2.50	0.16	0.438
2.50	0.18	0.438
2.50	0.20	0.438
2.50	0.25	0.438
2.50	0.30	0.438
2.50	0.35	0.438
2.50	0.40	0.438
2.50	0.45	0.438
2.50	0.50	0.438
2.50	0.55	0.438
2.50	0.60	0.438
2.31	0.65	0.404
2.14	0.70	0.375
2.00	0.75	0.350
1.88	0.80	0.328
1.76	0.85	0.309
1.67	0.90	0.292
1.58	0.95	0.276
1.50	1.00	0.263
1.36	1.10	0.239
1.25	1.20	0.219
1.15	1.30	0.202
1.07	1.40	0.188
1.00	1.50	0.175
0.94	1.60	0.164
0.88	1.70	0.154
0.83	1.80	0.146
0.79	1.90	0.138
0.75	2.00	0.131
0.62	2.20	0.108
0.52	2.40	0.091
0.44	2.60	0.078
0.38	2.80	0.067
0.33	3.00	0.058
0.19	4.00	0.033
0.12	5.00	0.021
0.08	6.00	0.015
0.06	7.00	0.011
0.05	8.00	0.008
0.04	9.00	0.006
0.03	10.00	0.005

Fuente: Elaboración propia

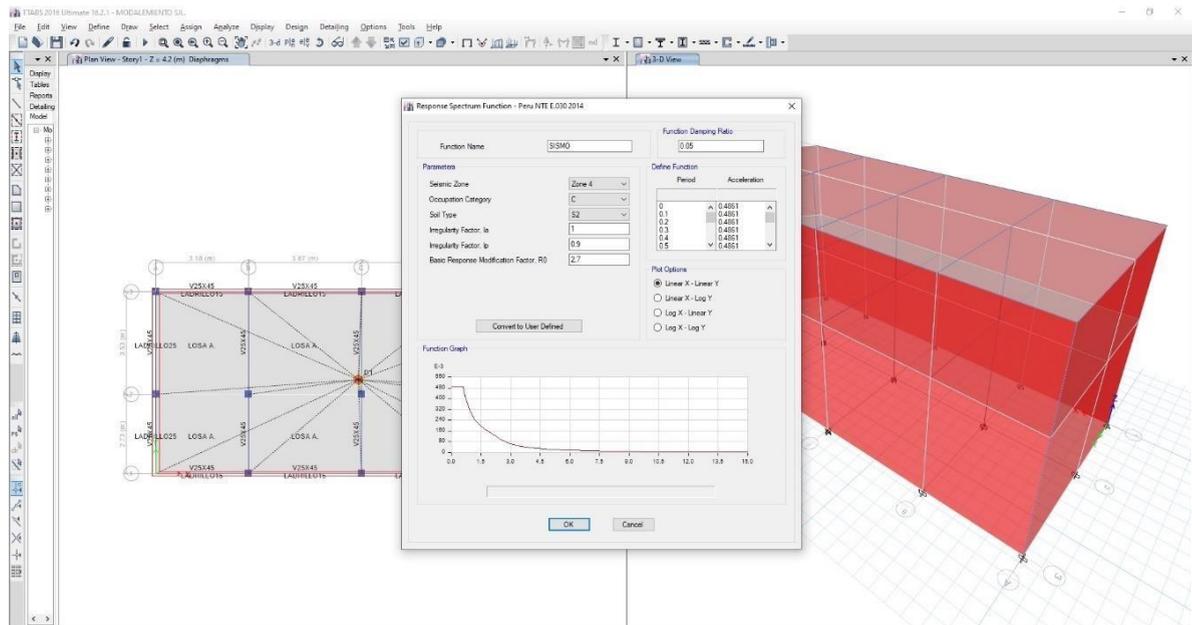


Figura 34: Modelación del espectro sísmico vivienda de 2 pisos Fuente. Etabs 2018

**Interpretación.-** El Etabs es un programa de muy buena accesibilidad por lo cual también brinda modelo de espectro sísmico que se adhiere al Reglamento Nacional de Edificaciones, lo cual no ha servido para tener una buena comparación ya que los resultados son iguales y nos brinda un gráfico igual al que realice un la hoja de cálculo.

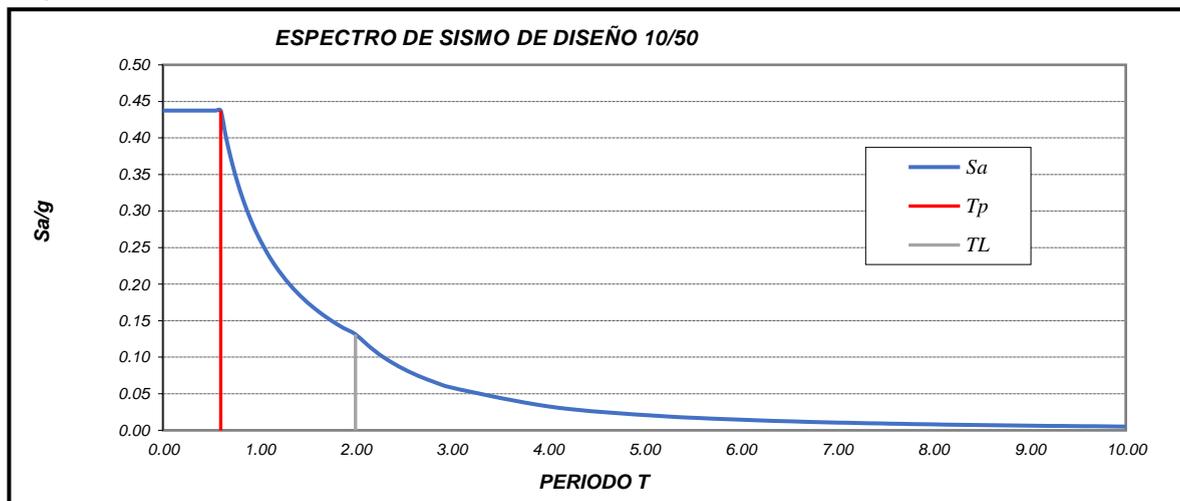


Figura 35: Modelación del espectro sísmico vivienda de 2 pisos Fuente: Etabs v.18

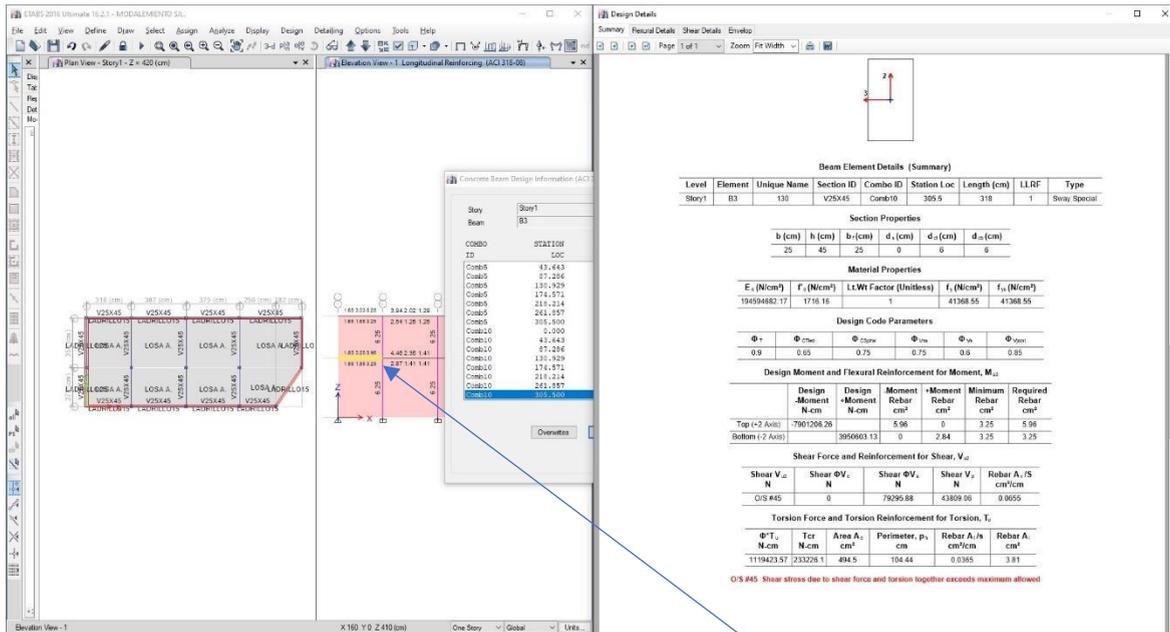


Figura 36: Modelación de la vivienda de 2 pisos (Fallas)

Fuente: Etabs v.18

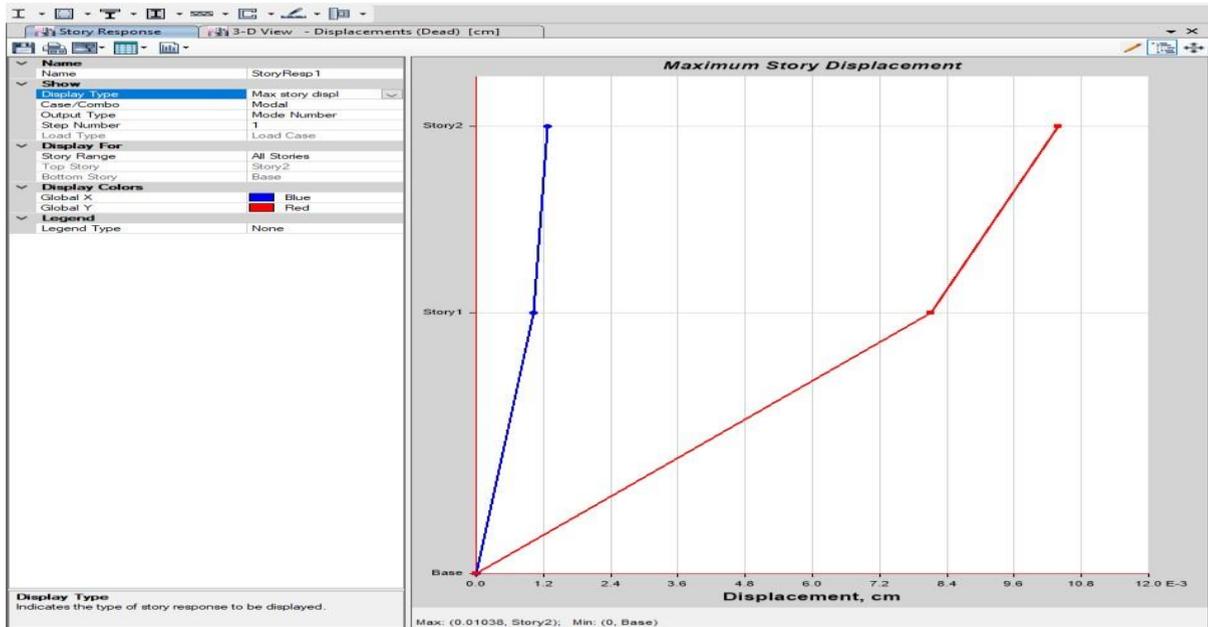


Figura 37: Máximos desplazamientos vivienda de 2 pisos

Fuente: Etabs v.18

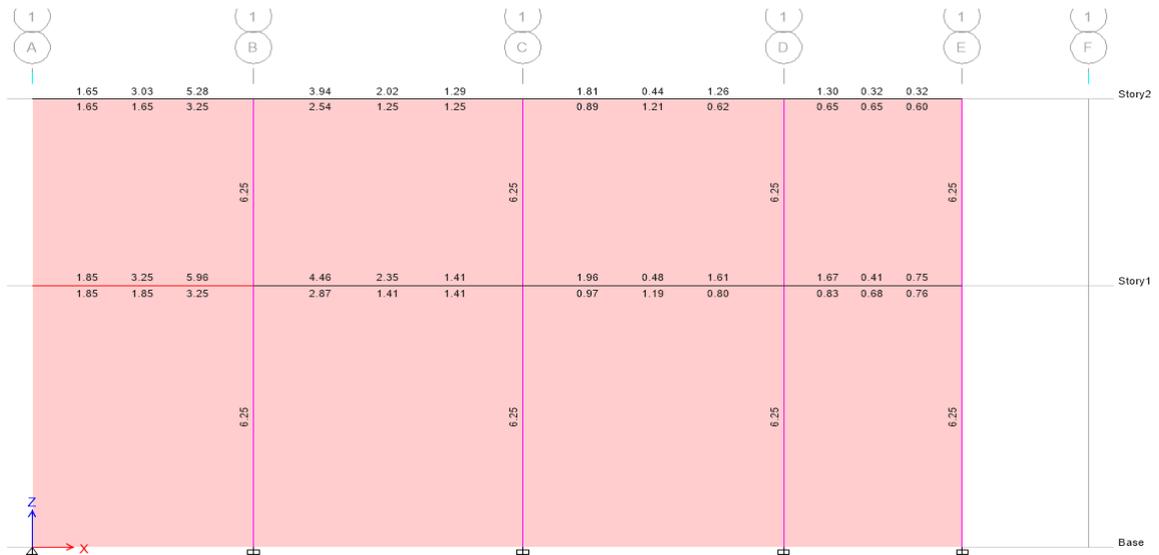


Figura 38: Modelación del vivienda de 2 pisos (1era Falla)

Fuente: Etabs v.18

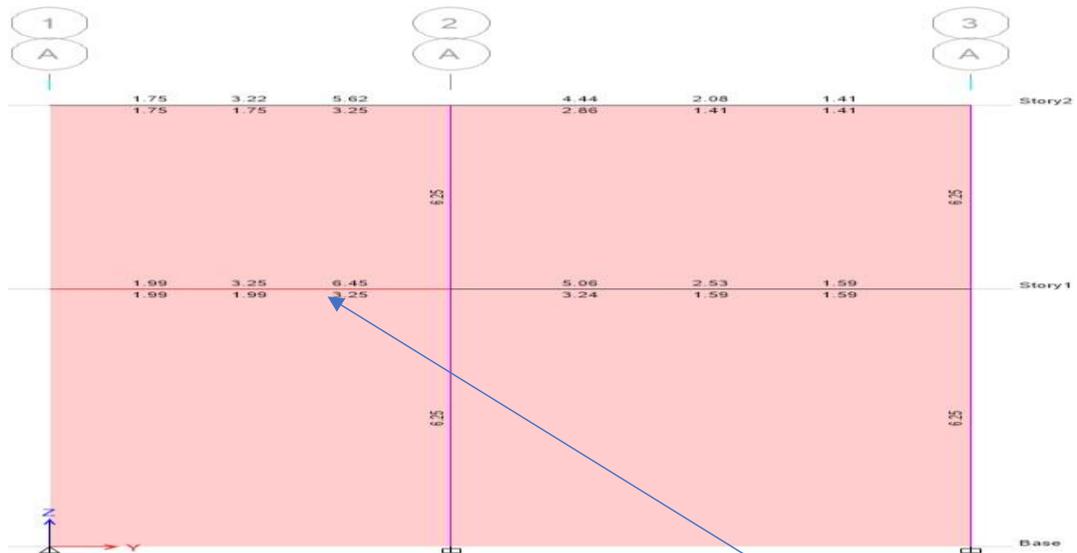


Figura 39: Modelación del vivienda de 2 pisos (2da Falla)

Fuente: Etabs v.18

**Interpretación.-** Según la figura N°19 se puede concluir que hubo un fallo ante las

cargas(viva,muerte y sísmica), esto nos indica que estamos ante un posible derrumbe que pondrá en peligro la vida de esas personas que están viviendo ahí, esto obligatoriamente nos lleva a realizar una nueva modelación para generar una perspectiva de mayor seguridad y reforzar en dimensión y acero las columnas y vigas de la vivienda informal.

### **ANÁLISIS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL (modelación mejorada)**

#### **Descripción:**

El presente análisis se realizó con el programa Etabs eligiendo como opción MKS por lo siguiente, se dejó en conforme lo comandos para realizar la modelación.

La vivienda fue un tipo de sistema albañilería confinada que está relacionada en la combinación de columnas, vigas y muro portante, la cual la vivienda se encuentra en el distrito de San Juan de Lurigancho que tiene como tipo de suelo S2, y cuenta con los planos que se encuentran en el anexo N°5 y el anexo N°06.

La vivienda cuenta con 2 niveles con proyección a 4 niveles

Del 1 piso al 4 piso: altura de 11.6 m

#### **Definición de los Materiales:**

Antes de definir las vigas o columnas se realizó la asignación de los materiales que se utilizaron para la estructura de la vivienda en el software Etabs, las cuales son:

Para concreto:  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Peso volumétrico =  $2.4 \text{ ton/m}^3$

Módulo de elasticidad =  $15000 \times f_c = 217000$

Módulo de Poisson = 0.25

Módulo de corte = **Dato etabs**

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name: CONCRETO f'c=210

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Swatch] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.0024 kgf/cm³

Mass per Unit Volume: 0.000002 kgf-s²/cm⁴

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 217000 kgf/cm²

Poisson's Ratio, U: 0.25

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 86800 kgf/cm²

**Design Property Data**

Modify/Show Material Property Design Data...

**Advanced Material Property Data**

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Figura 40: Definición del material del Concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
Fuente: Etabs v.18

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name: ACERO f'Y=4200

Material Type: Steel

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Swatch] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.00785 kgf/cm³

Mass per Unit Volume: 0.000008 kgf-s²/cm⁴

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 2038901.92 kgf/cm²

Poisson's Ratio, U: 0.3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Shear Modulus, G: 784193.04 kgf/cm²

**Design Property Data**

Modify/Show Material Property Design Data...

**Advanced Material Property Data**

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Figura 41: Definición del material del Acero  $f'_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
Fuente: Etabs v.18

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name: ALBAÑILERIA

Material Type: Masonry

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density       Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.0018 kgf/cm<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 0.000002 kgf-s<sup>2</sup>/cm<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 32500 kgf/cm<sup>2</sup>

Poisson's Ratio, U: 0.25

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000081 1/C

Shear Modulus, G: 13000 kgf/cm<sup>2</sup>

**Design Property Data**

Modify/Show Material Property Design Data...

**Advanced Material Property Data**

Nonlinear Material Data...      Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

OK      Cancel

Figura 42: Definición del material del acero  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Etabs v.18

Tipo de material: Masonry

Módulo de elasticidad: 318716.13 N/cm<sup>2</sup>

Módulo de Poisson: 0.25

Módulo de corte: **Dato etabs**

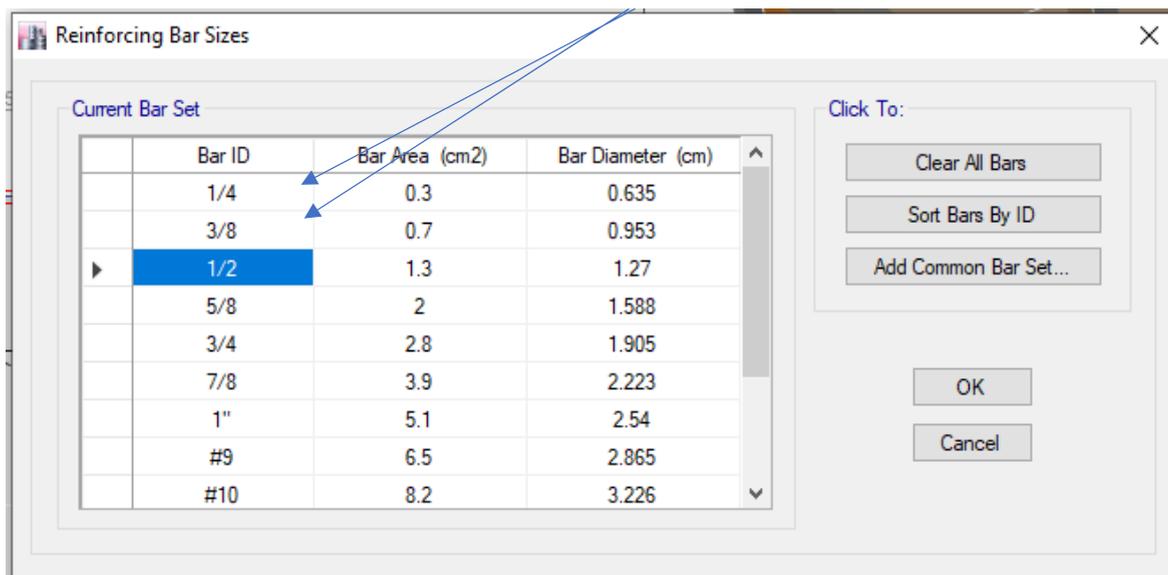


Figura 43: Definición del material de acero

Fuente: Etabs v.18

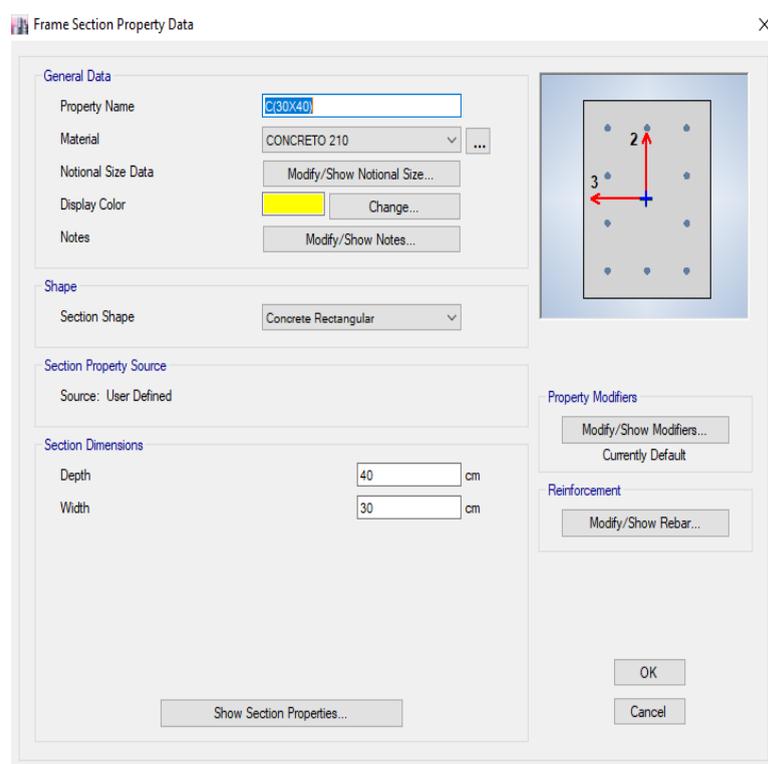


Figura 44: Definición del material de la Columna C (0.30m X 0.40m)

Fuente: Etabs v.18

Se ha definido las secciones del predimensionamiento para las columnas y vigas con un concreto de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Columnas: 30cmx40cm

Columnas: 40cmx50cm

Vigas: 30cmx40cm

Vigas: 35cmx50cm

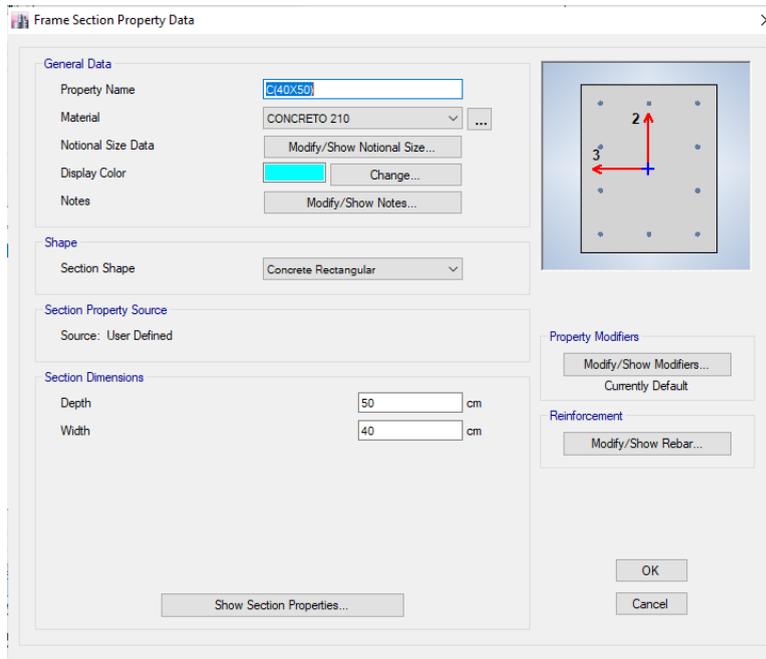


Figura 45: Definición del material de la Columna C (0.40m X 0.50m)  
Fuente: Etabs v.18

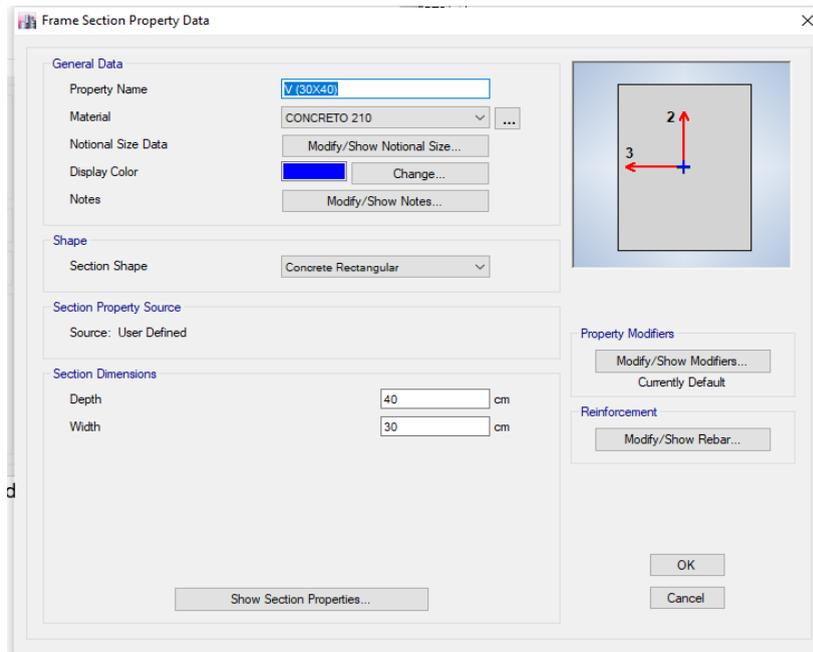


Figura 46: Definición del material de la Viga (0.30m X 0.40m) Fuente:  
Etabs v.18

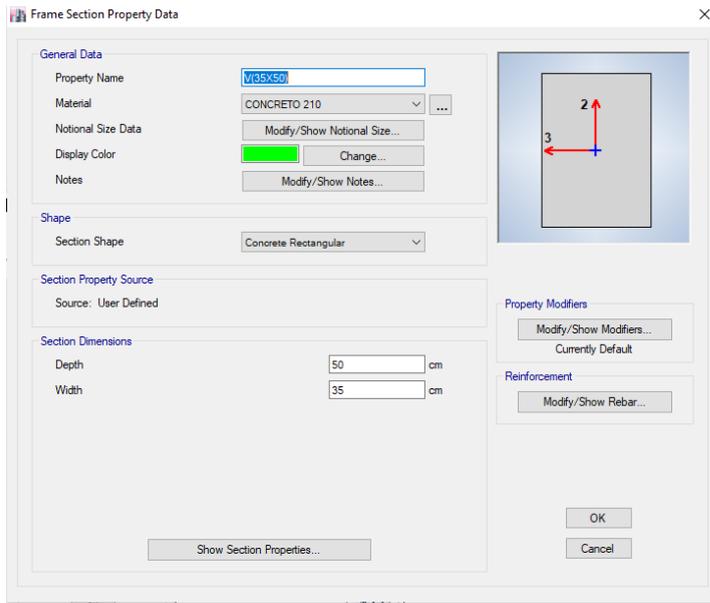


Figura 47: Definición del material de la Viga (0.35m X 0.50m) Fuente: Etabs v.18

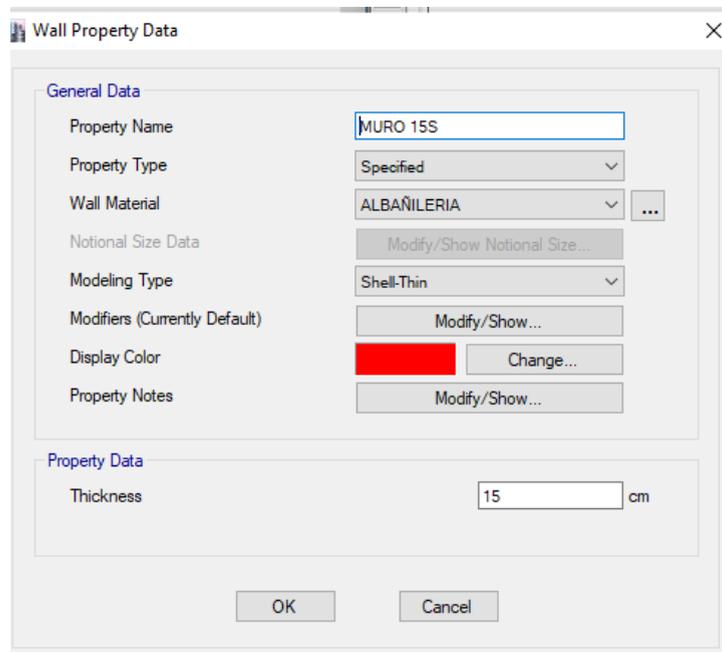


Figura 48: Definición del material del Muro S(0.15m X L m) Fuente: Etabs v.18

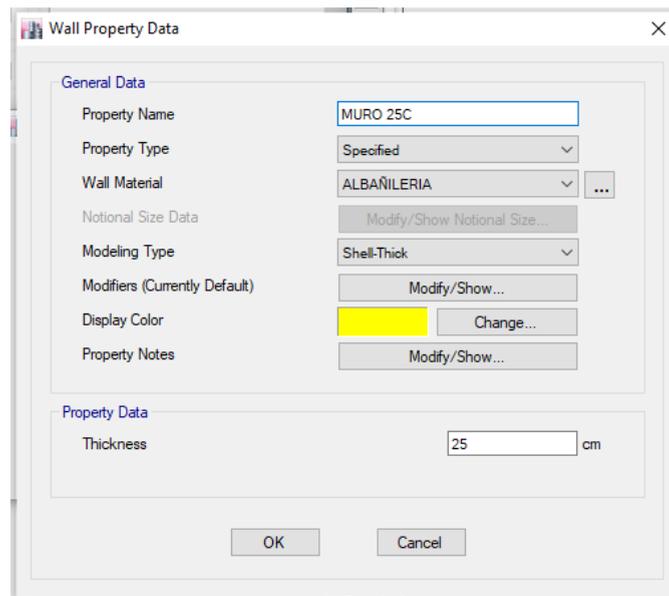


Figura 49: Definición del material de la Muro C (0.25m X L m) Fuente: Etabs v.18

**Interpretación.** – Según los pasos del modelamiento, realizamos el proceso de definir los elementos a proponer en el programa Etabs lo cual es la primera parte para proceder con el correcto modelamiento de la vivienda informal

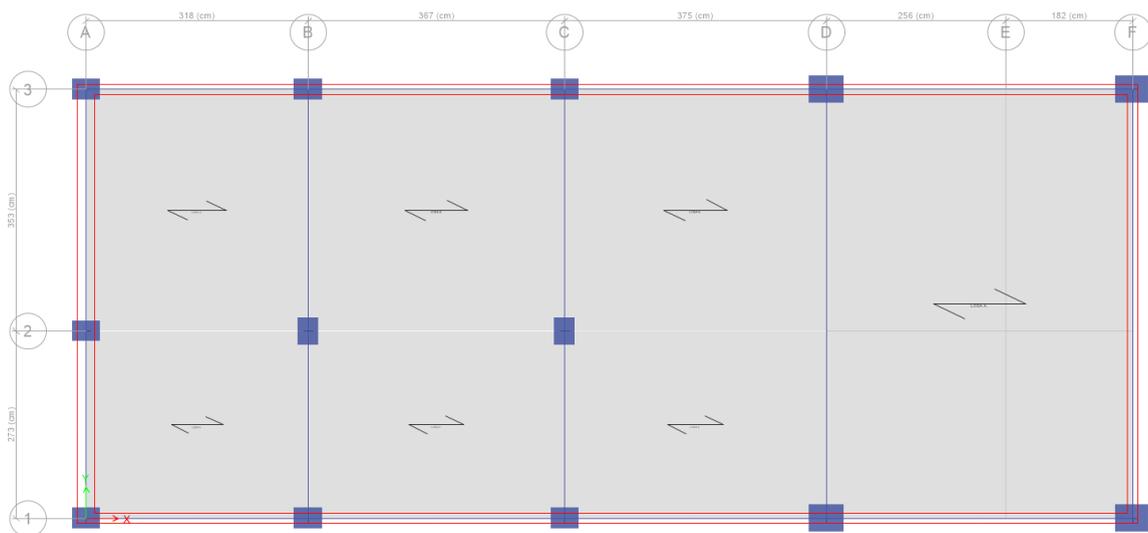


Figura 50: Estructura liberada

Fuente: Etabs v.18

**Asignación de las cargas:**

En este paso se realizó la asignación de los tipos de cargas que actúan en la vivienda, las cuales son:

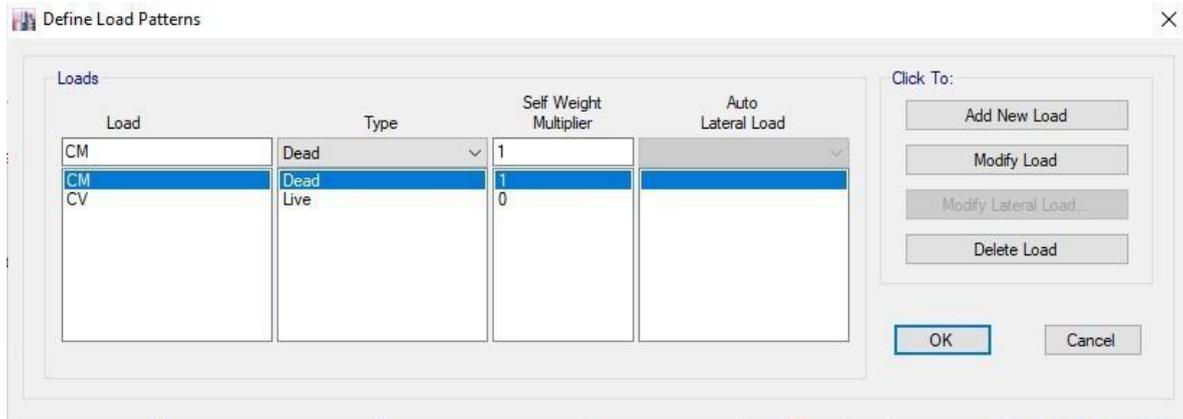


Figura 51: Definición de las cargas  
Fuente: Etabs v.18

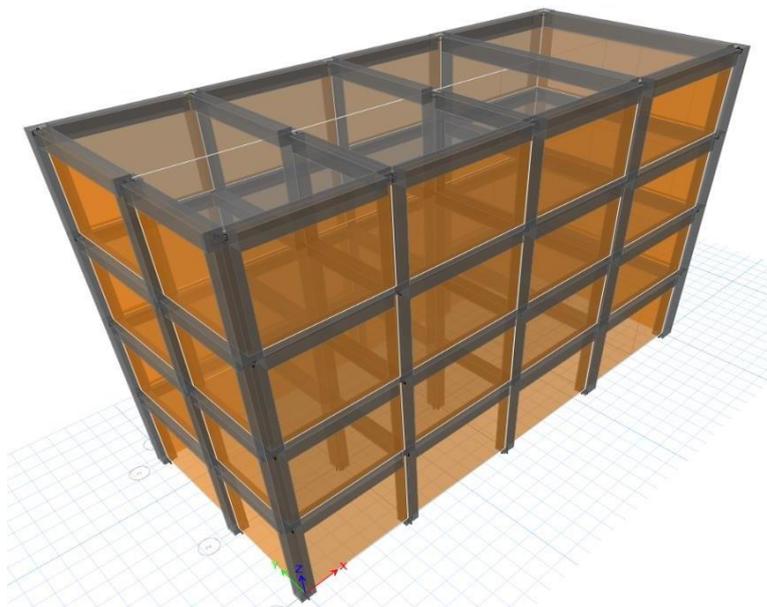


Figura 52: Modelación de la vivienda de 4 pisos  
Fuente: Etabs v.18

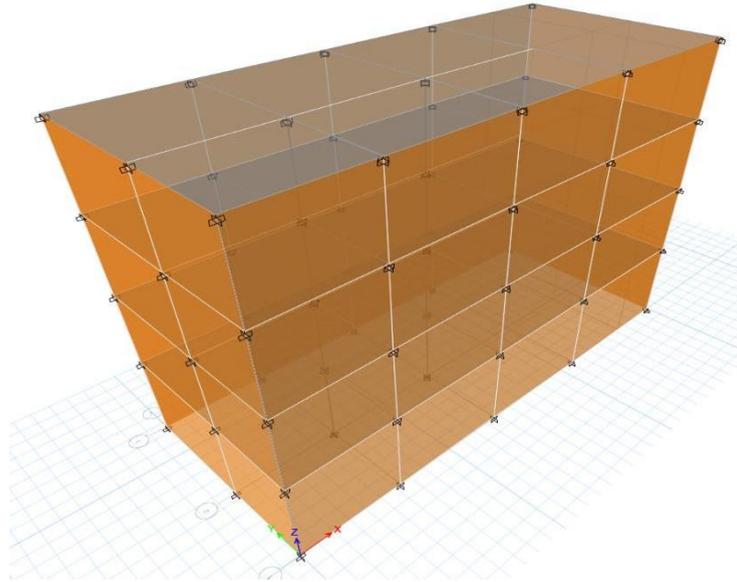


Figura 53: Modelación de la vivienda de 4 pisos

Fuente: Etabs v.18

Tabla 5: Hoja de cálculo para metrado de cargas

	AMARILLO	VERDE	CYAN	AZUL	ROJO MAC
	OFICINA	comedor	SSHH	SUM	HALL
TAB	150	150	150	150	
ACAB	120	120	120	120	
LAD TECHO	65	65	65	65	
<b>CM</b>	<b>335</b>	<b>335</b>	<b>335</b>		
S/C	200	200	20		
<b>CV</b>	<b>200</b>	<b>200</b>			
		Consider			
		Tab			

Fuente: Excel 2018

Tabla 7: Hoja de cálculo para metrado de cargas

<b>Viviendas</b>	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

(\*) Estas cargas no incluyen la posible tabiquería móvil

Fuente: Norma E-020 (CARGAS)

### Asignamos empotramiento a la base de la vivienda

Lo primero es liberar los grados de libertad para evitar cualquier restricción y aseguramos que luego solo el empotramiento está asignado a la base de la vivienda. El empotramiento a la base de la vivienda nos permitió analizar los siguientes 6 grados de libertad para los pisos superiores, desplazamientos y rotación en X, Y, Z.

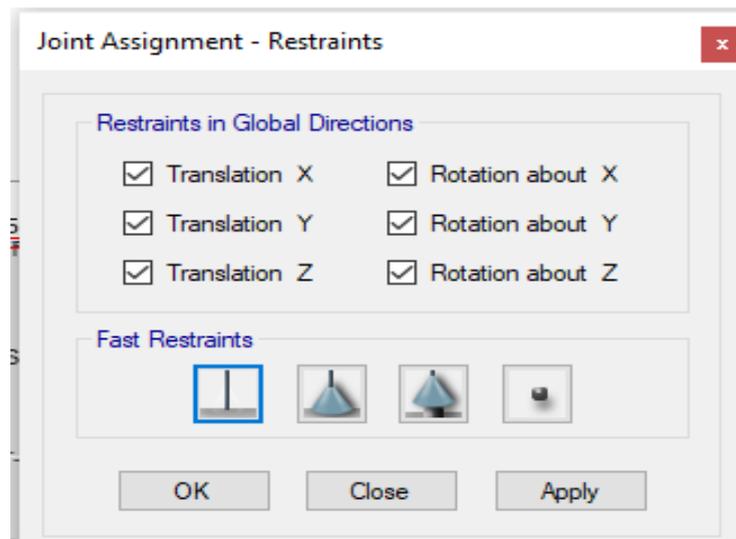


Figura 54: empotramiento a la base de la vivienda  
Fuente: Etabs v.18

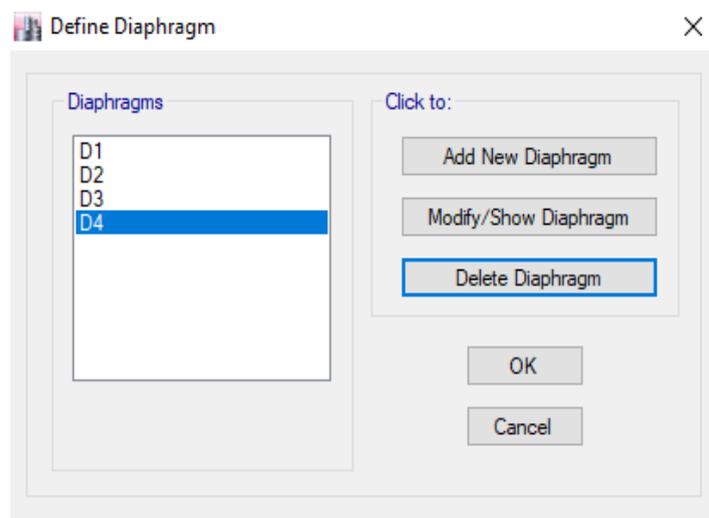


Figura 55: diafragmas  
Fuente: Etabs v.18

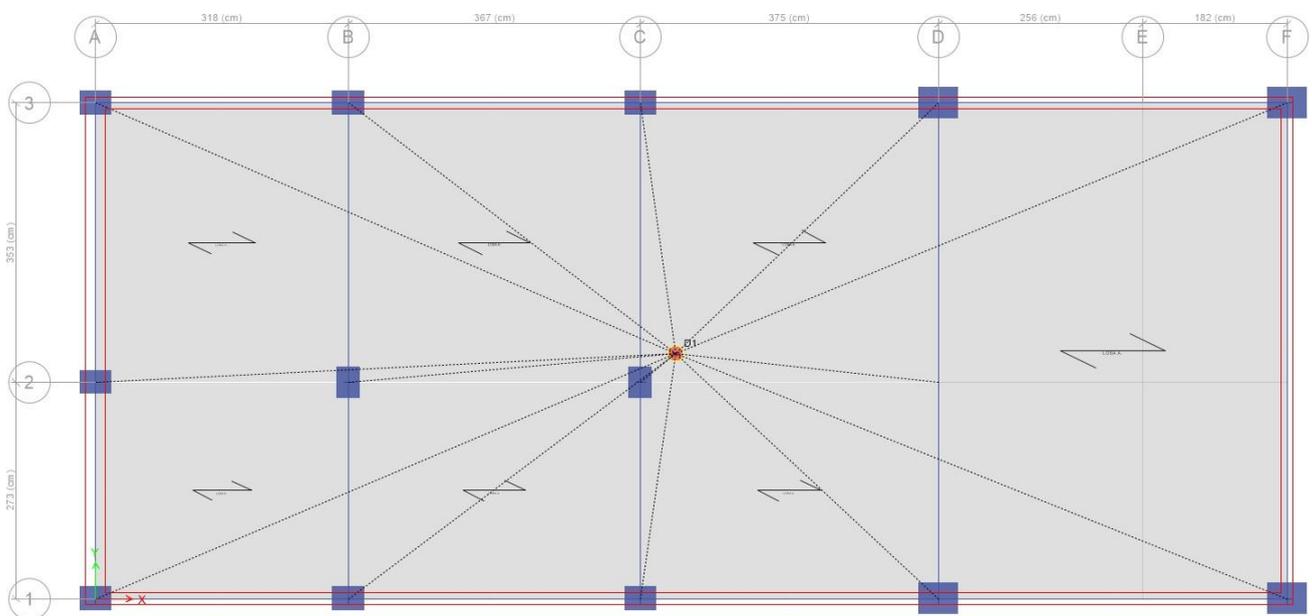


Figura 56: diafragma  
Fuente: Etabs v.18

**Interpretación.**- aquí podemos observar la colocación de diafragmas por piso, lo cual nos indica el centro de masa de la edificación, esto es una buena aclaración ya que normalmente los diafragmas se deben de posicionar cerca al medio de toda la dimensión y así es como nos quedó.

### **BRAZOS RIGIDOS**

Seleccionamos todo el modelo y se elegimos la opción de brazos rígidos automáticos, para que todo los elementos (columnas y vigas) queden infinitamente rígidos en su intersección, para así poder obtener los momentos.

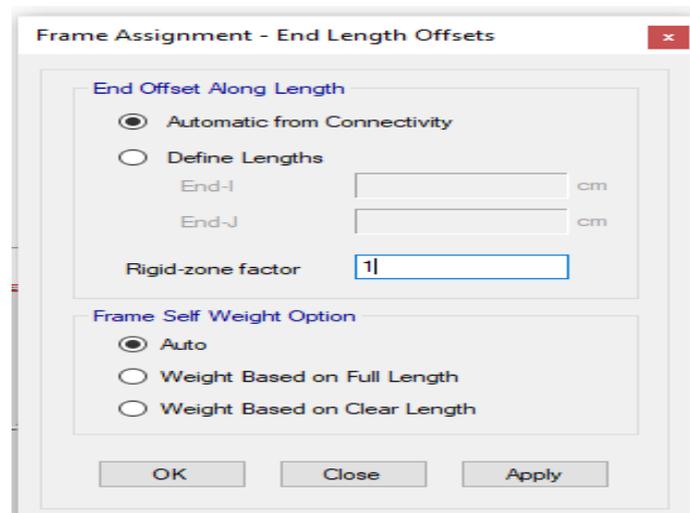


Figura 57 colocación de brazos rígidos  
Fuente: Etabs v.18

### **4.5- Análisis Sísmico Estático**

Para el proceso del análisis sísmico estático se realizó mediante Reglamento Nacional de Edificación-03

**5 Restricciones de Irregularidad, Según E.030-2018 (E.030/18.0)**

Restricciones :

**6 Factores de Irregularidad, Según E.030-2018 (E.030/17.2)**

Irregularidad en Altura,  $I_a$  :   
 $I_a = 1.00$

Irregularidad en Planta,  $I_p$  :   
 $I_p = 0.90$

**7 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2018 (E.030/19.0)**

$R = R_0 \times I_a \times I_p = 2.7$

Figura 58: Guía Espectral (RNE-030)  
Fuente: excel 2018

**ESPECTRO DE SISMO SEGÚN LA NORMA E.030-2018**

**1 Zonificación, Según E.030-2018 (E.030/7.0)**

Zona : 4  $Z = 0.45 \text{ g}$

**2 Parámetros de Sitio, Según E.030-2018 (E.030/10.0)**

Perfil Tipo : S2  
 $S = 1.05$   
 $T_p = 0.60$   
 $T_L = 2.00$

**3 Categoría del Edificio, Según E.030-2018 (E.030/12.0)**

Categoría : Común C  $U = 1.00$

**4 Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030-2018 (E.030/15.2)**

Categoría :   
 $R_0 = 3$

Figura 59: Guía Espectral (RNE-030)  
Fuente: Excel 2018

**Interpretación.-** Según el formato del Reglamento Nacional de Edificaciones E-030 (2018) hemos sacado estos resultados mediante una hoja de cálculo Excel lo cual nos ha servido para resumir los resultados según sea la procedencia de vivienda, lo

cual podemos observar toda las aclaraciones del caso

## CÁLCULO DE ESPECTRO

Tabla 8: Cálculo de la aceleración espectral X

<i>C</i>	<i>T (s)</i>	<i>Sa/g</i>
2.50	0.00	0.438
2.50	0.02	0.438
2.50	0.04	0.438
2.50	0.06	0.438
2.50	0.08	0.438
2.50	0.10	0.438
2.50	0.12	0.438
2.50	0.14	0.438
2.50	0.16	0.438
2.50	0.18	0.438
2.50	0.20	0.438
2.50	0.25	0.438
2.50	0.30	0.438
2.50	0.35	0.438
2.50	0.40	0.438
2.50	0.45	0.438
2.50	0.50	0.438
2.50	0.55	0.438
2.50	0.60	0.438
2.31	0.65	0.404
2.14	0.70	0.375
2.00	0.75	0.350
1.88	0.80	0.328
1.76	0.85	0.309
1.67	0.90	0.292
1.58	0.95	0.276
1.50	1.00	0.263
1.36	1.10	0.239
1.25	1.20	0.219
1.15	1.30	0.202
1.07	1.40	0.188
1.00	1.50	0.175
0.94	1.60	0.164
0.88	1.70	0.154
0.83	1.80	0.146
0.79	1.90	0.138
0.75	2.00	0.131
0.62	2.20	0.108
0.52	2.40	0.091
0.44	2.60	0.078
0.38	2.80	0.067
0.33	3.00	0.058
0.19	4.00	0.033
0.12	5.00	0.021
0.08	6.00	0.015
0.06	7.00	0.011
0.05	8.00	0.008
0.04	9.00	0.006
0.03	10.00	0.005

Fuente: Elaboración propia

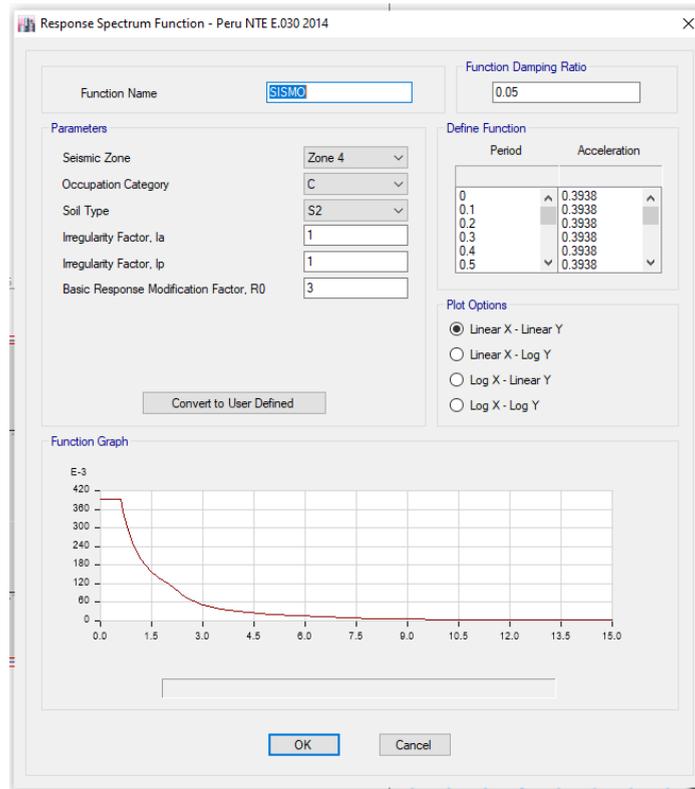


Figura 60: Modelación del espectro sísmico vivienda de 2 pisos  
Fuente. Etabs 2018

**Interpretación.-** El Etabs es un programa de muy buena accesibilidad por lo cual también brinda modelo de espectro sísmico que se adhiere al Reglamento Nacional de Edificaciones, lo cual no ha servido para tener una buena comparación ya que los resultados son iguales y nos brinda un gráfico igual al que realice un la hoja de cálculo.

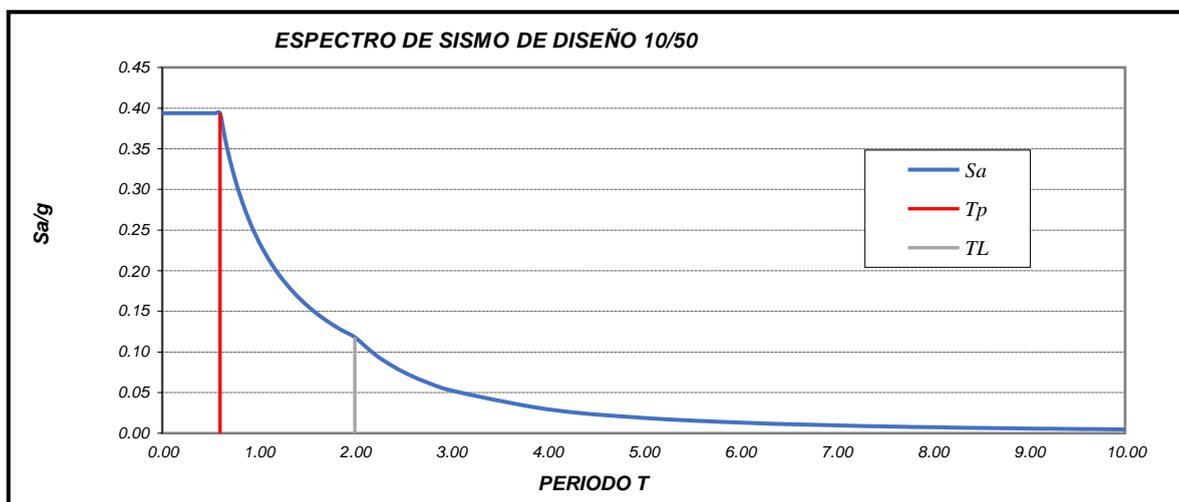


Figura 61: Modelación del espectro sísmico vivienda de 4 pisos  
Fuente: Etabs v.18



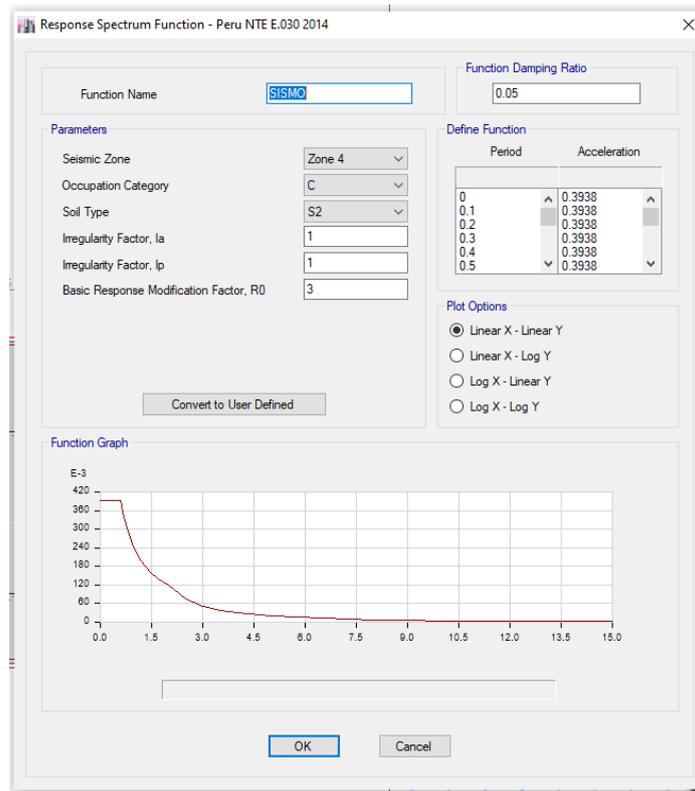


Figura 62: Modelación del espectro sísmico vivienda de 2 pisos  
Fuente. Etabs 2018

**Interpretación.**- El Etabs es un programa de muy buena accesibilidad por lo cual también brinda modelo de espectro sísmico que se adhiere al Reglamento Nacional de Edificaciones, lo cual no ha servido para tener una buena comparación ya que los resultados son iguales y nos brinda un gráfico igual al que realice en la hoja de cálculo.

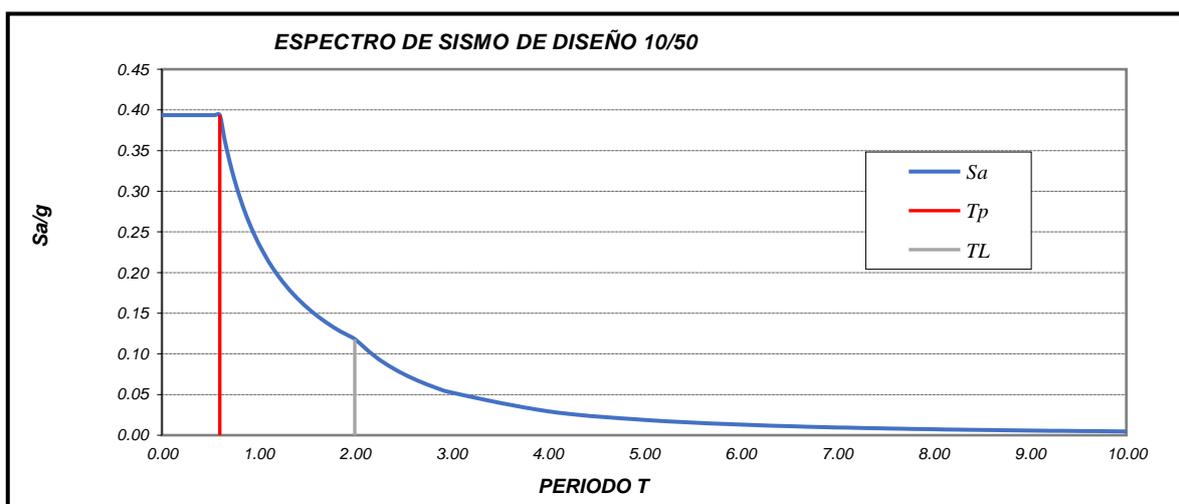


Figura 63: Modelación del espectro sísmico vivienda de 4 pisos  
Fuente: Etabs v.18

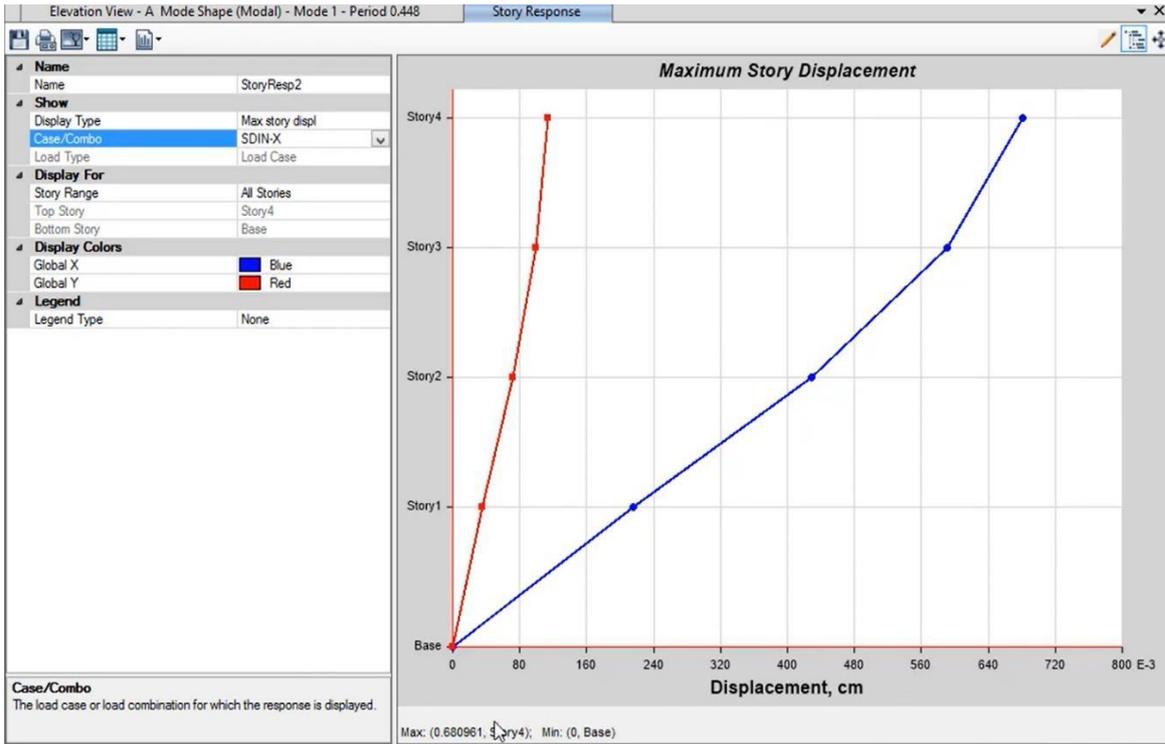


Figura 64: Máximo desplazamiento vivienda de 4 pisos  
Fuente: Etabs

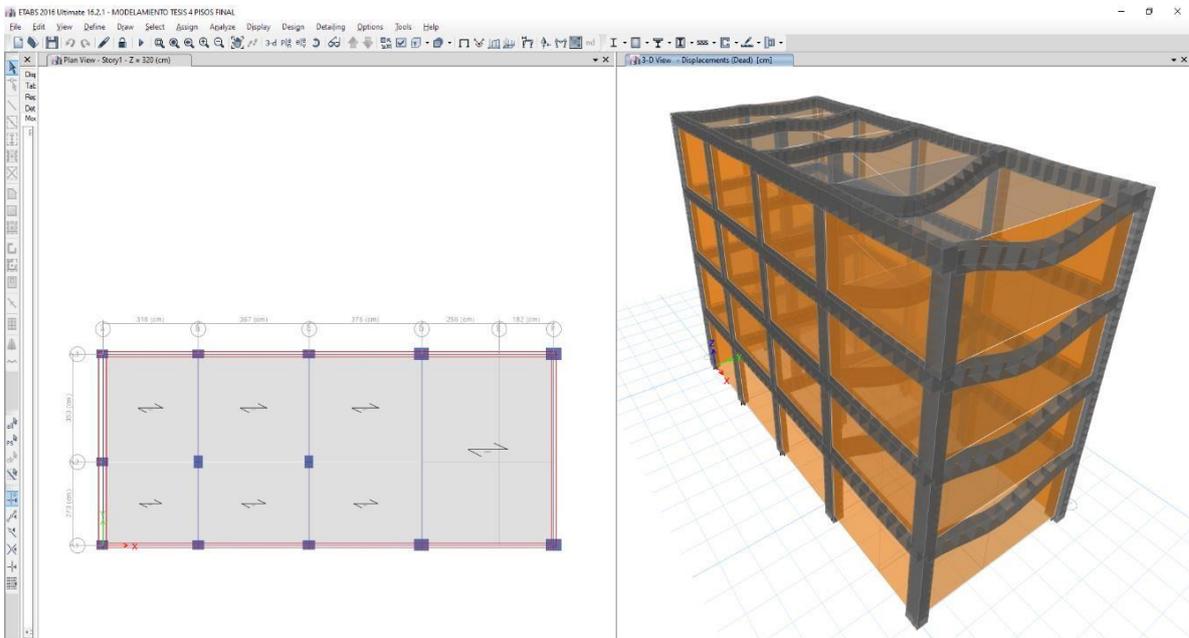


Figura 63: Modelación de la vivienda de 4 pisos  
Fuente: Etabs v.18

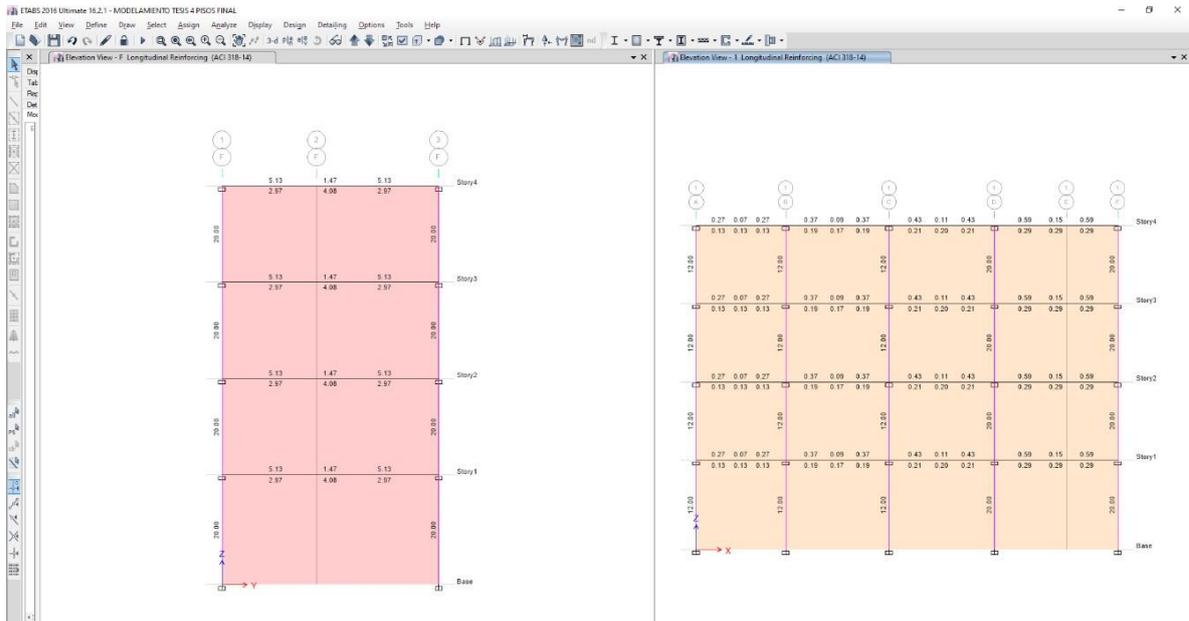


Figura 64: Modelación de la vivienda de 4 pisos (sin Falla)

Fuente: Etabs v.18

**Interpretación.-** Según la figura N°19 que podemos observar verificamos que no existe falla de columnas y vigas, ya teniendo en cuenta que el anterior modelamiento de 2 pisos presento fallas en las viga, aquí podemos observar una nueva modelación que cumple con las características del programa de diseño, respetando el Reglamento Nacional de Edificación E-030.

# **V. DISCUSIÓN**

## Objetivo 1

Determinar de qué manera influyó el mejoramiento ante la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.

### Antecedente

Marecos, (2016) en su estudio titulado: “*Análise da vulnerabilidade sísmica de um edifício escolar*” se propone como objetivo estudiar la vulnerabilidad sísmica de una edificación, situada en **Lisboa**; así como ofrecer una propuesta de refuerzo y rehabilitación. La construcción fue considerada como monumento nacional y de interés público, a pesar de ello, no se ha implementado refuerzos a la edificación. Aplicar refuerzos es fundamental para garantizar una mejor resistencia ante un episodio sísmico. El comportamiento sísmico de la edificación se analizó realizando una comparación con las solicitudes sísmicas. La respuesta del edificio fue representada en 3D de pórticos equivalentes, empleando el software de 3Muri [26]; además que se consideró la respuesta del comportamiento no plano de los muros de la edificación. La curva de capacidad bilineal se consiguió convirtiendo la curva resultante del análisis pushover en un sistema de GDL, donde se requiere de métodos N2. El desplazamiento fue calculado a través de la intersección de espectros de capacidades de la edificación con el espectro respuesta. Mientras que la fragilidad se obtuvo aplicando un proceso sugerido por HAZUS [17], en donde los niveles de daños se determinan a través del desplazamiento espectral del sistema GDL. Los resultados que se pudieran obtener permiten sacar conclusiones sobre el nivel de vulnerabilidad de una estructura, al permitir identificar elementos vulnerables y la efectividad de ciertas intervenciones para minimizar esa vulnerabilidad. La valoración probabilística (curvas de fragilidad), del daño puede brindar información esencial para la evaluación de costos que se generarían por el refuerzo. **Los resultados** muestran que la irregularidad del plano estructural influyó en las curvas de fragilidad, por lo que los resultados debieron ser empleados con cautela y su confiabilidad debe ser mejorada en posteriores estudios.

### Resultados

Los resultados encontrados presentan que hubo una respuesta positiva del mejoramiento ante la vulnerabilidad sísmica, ya que nos podemos dar cuenta que

hubo fallas en la estructura llevado a un modelamiento mediante el programa Etabs para dar como finalidad que los elementos que se encuentren estén óptimos y se puedan mejorar para este proyecto.

### **Comparación**

Analizando la vulnerabilidad sísmica de mi proyecto se obtuvieron resultados similares, al igual que Marecos llegamos a una afirmación que las fallas en la estructura son notorias, ya que se muestran irregularidades porque no hubo un diseño óptimo al realizarse la ejecución de dichas viviendas, lo cual lleva a una alta vulnerabilidad que ante un evento sísmico están propensos a un derrumbe por fallas de los elementos estructurales.

### **Objetivo 2**

Determinamos el diagnóstico del diseño de elementos estructurales ante la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.

### **Antecedente**

Garcés (2017), en su investigación titulada: *“Estudio de la vulnerabilidad Sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali”* presentada a la Universidad Militar de **Nuevo Granada** para obtener el título de ingeniero civil, se estableció como objetivo general “implantar los grados de inseguridad sísmica de las edificaciones de uno y dos pisos, utilizando las variables que corresponden de acuerdo a la Normas NSR10, para eliminar el riesgo sísmico actual ante una magnitud sísmica moderada, protegiendo la vida de los ciudadanos”. Este estudio utiliza la técnica de observación rápida o ATC 21, que se basa en la supervisión desde las afueras de la edificación, en su aspecto estructural y no estructurales que existen. Por lo tanto, **concluyo**, a partir de las inspecciones se llegó a conocer la carencia conocimientos estructurales para garantizar la seguridad sísmica en todos los elementos estructurales y los confinamientos de muros, incluso, se detectó la baja calidad de los materiales empleados, donde los procesos fueron también deficientes.

### **Resultados**

En la presente investigación hemos tratado a la vivienda, entonces mediante un modelamiento con el programa Etabs hemos obtenido como resultado que los elementos estructurales no son los adecuados ya que presentan fallas mayormente en las vigas y al diagnosticar un buen dimensionamiento de elementos estructurales nos dio por efecto realizar un nuevo modelamiento incrementando el acero y el F'c.

### **Comparación**

Según los antecedentes coincidimos que se presenta una gran carencia de conocimiento, ya que no se puede garantizar una seguridad ante un evento sísmico por lo cual nosotros estamos aptos a decir que esa estructura va a colapsar ya que no han utilizado los correctos materiales para el concreto por mi parte realizamos 3 ensayo no destructivo de esclerometría para definir el F'c del concreto y pues nos dio parámetros promediados al 175kg/cm<sup>2</sup>, además que fueron procesos deficientes sin una buena supervisión.

### **Objetivo 3**

Determinamos el mejoramiento de los elementos estructurales para la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.

### **Antecedente**

Tito Vargas (2018) en su investigación titulada: *“Vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas mediante la aplicación del modelo estático no lineal en la Av. El Parral, Comas”* El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal el estudio de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas ubicadas en la calle el Parral del distrito de Comas. De acuerdo con los objetivos de este trabajo de investigación se eligió una muestra de tres viviendas, las que fueron de dos, tres y cuatro pisos, respectivamente. Las viviendas elegidas tuvieron su sistema estructural mixto, compuesto de viviendas de albañilería confinada en la dirección longitudinal y pórticos de concreto armado en la dirección transversal. La metodología empleada para la determinación del desempeño sísmico de las viviendas estudiadas consistió en la determinación de la curva de desempeño, la que posteriormente fue sometida a comparaciones con las curvas de demanda

sísmica. Finalmente se obtuvo el denominado punto de desempeño, que resulta de la intersección del espectro de capacidad y el espectro de demanda. Este punto nos permitió hacer un juicio analítico sobre el desempeño sísmico de la edificación. **Los resultados** muestran que en general las viviendas autoconstruidas son muy vulnerables a los sismos, quedando en algunos casos cerca al nivel de colapso. Frente a esta situación, se propuso la aplicación de un reforzamiento, consistente en ensanchar columnas, de manera estratégica. Posteriormente el reforzamiento fue puesto a prueba aplicando la misma metodología, encontrando que los reforzamientos propuestos logran mejoras significativas sobre los niveles de desempeño, pasando de colapso a seguridad de vida.

### **Resultados**

Al realizar el segundo modelamiento hemos implementado nuevo  $F'c$  y nuevas dimensiones para las vigas y columnas del proyecto de construcción informal, aquí aplicamos un nuevo  $F'c$  de  $210\text{kg/cm}^2$  y un acero( $\emptyset$ ) de  $3/8$  en refuerzo y  $1/2$ " varilla longitudinal para un mejor desempeño, para esto el programa Etabs nos brinda un buen uso ya que también trabaja con la Norma Técnica Peruana e-030 a lo cual convertimos una casa irregular con entradas por las esquinas a una casa regular de dimensiones iguales por los lados, además quitamos columnas propensas a colapsar y reubicamos en zonas estratégicas para crearle más espacio en dicha vivienda con mayor dimensión.

### **Comparación**

Con el programa Etabs ambos afirmamos que las viviendas autoconstruidas son más vulnerables ante un evento sísmico, esto para darle una mejor perspectiva para las personas de las viviendas; nosotros hemos propuesto un reforzamiento por parte de las vigas y columnas para que mejoren el nivel de vulnerabilidad, evitar un colapso y que la estructura este según la norma del NTP E.030.

# **VI. CONCLUSIONES**

**Objetivo General**, Se evaluó la vulnerabilidad sísmica respetando el Reglamento Nacional de Edificaciones con la NTP E.030 lo cual nos llevó a realizar un ensayo de corte directo para sacar la capacidad portante del terreno para saber sobre qué base estamos analizando la estructura nos dio un dato de 2.51kp/cm<sup>2</sup> y también realizamos un ensayo de granulometría para saber la clasificación según AASHTOO nos dio una arcilla gravosa limosa (CL-ML) que es el tipo de suelo (S2). Por lo tanto, de aquí partimos para realizar la respectiva modelación de diseño lo cual se queda comprobada que la construcción informal esta propensa a tener fallas

**Objetivo Específico 1**, Se estableció como programa a modelar el software Etabs lo cual sirvió de apoyo para poder asumir los datos reales de la vivienda autoconstruida pese a que estamos evaluando la vulnerabilidad sísmica de esta misma, por lo tanto, una vez realizado el modelamiento apreciamos que en 2 de las vigas del primer piso han presentado fallas ante un espectro sísmico que presenta los datos de la NTP E.030 ya que siendo una área irregular con esquinas entrantes se ha visto afectado que en efecto nos da a entender que hay un posible colapso precoz sin darle un espacio de tiempo para que las personas de dicha propiedad puedan salir ante un evento sísmico de alta magnitud.

**Objetivo Específico 2**, No se estableció la dependencia de los elementos estructurales como viga y columnas, ya que ante un evento sísmico al ser las 2 vigas del primer piso presenta fallas graves posiblemente a un derrumbe; entonces el diagnóstico del diseño es desfavorable, lo cual nos permite el programa Etabs poder mejorar el dimensionamiento y los refuerzos para tener un modelamiento óptimo.

**Objetivo Específico 3**, Se evaluó el mejoramiento y hemos planeado añadirle la dimensión de columnas y vigas tales como C (30x40cm) C (40x50cm) y V (30x40cm), V (35x50cm), también reforzar el F'c con previo ensayo de esclerometría que antes era de 175kg/cm<sup>2</sup> y ahora evaluamos en el programa con un F'c de 210kg/cm<sup>2</sup>, además le pusimos acero con un diámetro de 3/8 de refuerzo y 1/2" y varilla longitudinal; por lo tanto, dio como resultado un correcto modelamiento sin fallas, sin sobredimensionar el concreto, las dimensiones de viga y columnas y el acero aceptable para así poder darle un panorama claro y aceptable para los dueños de dicha vivienda sin plantearle una inversión sobrevalorada.

# **VII.RECOMENDACIONES**

**Objetivo Específico 1,** En la presente investigación, al elegirse un mejoramiento ante la vulnerabilidad sísmica hemos tratado de poder brindarles la seguridad y la importancia que carece nuestro país al seguir elaborándose estas mismas construcciones informales; para continuar la investigación recomendamos concientizar más a las personas y fomentar la construcción con un previo diseño bien elaborado y así reducir un nivel alto de vulnerabilidad que presentan las viviendas autoconstruidas del Asentamiento Humano Huáscar.

**Objetivo Específico 2,** los resultados mostrados indican que el diagnóstico tenía propuestas negativas en el comportamiento estructural porque al mantener los elementos con fallas estarían propensos a un derrumbe, sin embargo, hemos brindado una alternativa de solución al realizar una verificación de que elemento falla y cuál es el motivo; por lo que se recomienda generar un nuevo modelamiento a cada estructura que cuyos elementos resistan y distribuyan cargas estén afectados.

**Objetivo Específico 3,** En la presente investigación se usó el software Etabs lo cual es una potente herramienta de cálculo estructural, lo cual nos da las opciones de ver las fallas y mejorarlas con un nuevo modelamiento, se recomienda que para las futuras investigaciones se use este programa ya que se ha demostrado que tiene mucha efectividad ante los modelos y las predicciones ante las respuestas sísmicas.

# REFERENCIAS

1. ASENCIO, Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el P.J Primero de Mayo Sector I – Nuevo Chimbote. Tesis: (Titulación Ingeniero Civil) Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2018. Disponible: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3177>
2. CHUMPITAZ Reynaldo. vulnerabilidad sísmica en viviendas informales en el centro poblado de manzanas, distrito de Huacho 2018. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho.
3. CHÁVEZ, B. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito – Ecuador y riesgo de pérdida. Tesis: (Master Ingeniero Estructural) Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2016
4. FORMISANO, Antonio, CHIEFFO, Nicola y MOSOARCA, Marius. Seismic vulnerability and damage speedy estimation of an urban sector within the Municipality of San Potito Sannitico (Caserta, Italy). revista The Open Civil Engineering journal, 11: 1106-1121. Marzo 2017. ISSN: 1874-1495
5. GARCES, J. Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali. Tesis: (Titulación Ingeniero Civil). Bogotá: D.C.: Universidad Militar de Nueva Granada, 2017. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/16248>
6. GONZALES, J. Diagnóstico de vulnerabilidad estructural de viviendas en la avenida Salomón Vílchez Murga Distrito San Andrés, Cutervo, Cajamarca. Tesis: (Titulación Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
7. POMA, C. Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de autoconstrucción en la urbanización popular Minas Buenaventura – Huacho – 2017. Tesis: (Titulación Ingeniera Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1489>
8. ALVAREZ, Daniel. Vulnerabilidad sísmica de viviendas de adobe del C.P. la Huaraclla, Jesús, Cajamarca 2015. Lima, Universidad Privada del Norte, 2015. 95 pp.

9. Seismic vulnerability assessment at urban scale for two typical Swiss cities using Risk-UE methodology por Lestuzzi [et al] revista Natural Hazards, 84: 249-269. Octubre 2016. ISSN: 1573-0840
10. Seismic vulnerability assessment of historical masonry structural systems por Asteris [et al] revista Engineering Structures, 62: 118-134, febrero 2014. ISSN: 0141-0296
11. SILVA REYES (2019). Análisis de la vulnerabilidad sísmica del reparto Rolando Monterrey en el municipio de Moa. Cuba Instituto superior minero metalurgico de moa, Disponible: <http://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/1209>
12. ZARATE AND ZHIMINAYCELA, (2020). "Analysis of structural seismic vulnerability of the educational center Licenciado Diego Minuche Garrido in the City of Machala" .<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15450>
13. CAYCEDO, Maya. Análise de vulnerabilidade sísmica de cascas de formas livres. 2019. 1 recurso online (157 p.). Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP, Disponible: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/334874>
14. MARECOS, Sian (2016) Análise da vulnerabilidade sísmica de um edifício escolar – Universidad de nova, Mestrado em Engenharia Civil – Perfil Estruturas, Disponible : <http://hdl.handle.net/10362/20363>
15. Behaviour of U-shaped RC walls under quasi-static cyclic diagonal loading. Constantin, Raluca y Beyer, Katrin. 2016, Engineering Structures, págs. 36-52.
16. ROCA, Dandy. Resistencia Probable a flexocompresión de muros estructurales de concreto armado. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. Tesis de Maestría.
17. Macro-Modeling Reinforced Concrete Structural Walls: State of the Art. Wu, Yun-Tian, Lan, Tian-Qing y Xiao, Yan. 2016, Journal of Earthquake Engineering.

18. Seismic strengthening of infill walls with perforated steel plates. Aykac, Bengi, y otros. 2017, Engineering Structures.
19. Seismic Retrofitting of RC walls externally strengthened by flax-FRP strips. Di Luccio, G., y otros. 2017, Composites.
20. HUACO, Guillermo y JIRSA, Jers. Performance of masonry wall retrofitted using CFRP sheets and anchors. Santiago de Chile: 16th World Conference on Earthquake Engineering, 16WCEE 2017., 2017.
21. Effect of Corrosion Damage on the Flexural Performance of RC Beams Strengthened with FRCM composites. Elghazy, Mohamed, y otros. 2017, Composite Structures.
22. BASURTO, Rosario del Pilar. Vulnerabilidad sísmica y mitigación de desastres en el distrito de San Luis. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2015.
23. Maya, Efraín. Métodos y técnicas de investigación. Una propuesta ágil para la presentación de trabajos científicos en las áreas de arquitectura, urbanismo y disciplinas afines. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2015.
24. Hernández, Roberto y Mendoza, Cristian. Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill Education. 2018.
25. Valderrama, S. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Lima: San Marcos, 2015, 495 pp.
26. Arias, Fidas. El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. (Ed. 6ts). Caracas. Venezuela. 2016. Editorial Episteme C.A.
27. Carrasco, Sergio. Metodología de la investigación científica. Lima, Perú. 2008. Editorial San Marcos E.I.R.L.
28. Bernal, Cesar. Metodología de la investigación. (4ta edición). Colombia. 2016. Editorial Pearson.
29. Gallegos V., Héctor. "Albañilería Estructural". 3era. Edición. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. Lima, 2005

30. Structural Engineers Association of California, Vision 2000 Committee. "A Framework for Performance Based Design", California - EEUU, 2015.
31. PULINETS, Saul y OUZOUNOV, Did (2011). Lithosphere–Atmosphere–Ionosphere Coupling (LAIC) model – An unified concept for earthquake precursors validation. Rev. Journal of Asian Earth Sciences 41, (4–5): 371-382
32. SATRIANO, Claudio; MIN, Yin; ZOLLO, Alr y KANAMORID, Homan (2011). Earthquake early warning: Concepts, methods and physical grounds Author links open overlay panel. Rev. Soil Dynamics and Earthquake Engineering [Internet]; 31, (2): 106-118. [Citado el 10 de julio del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0267726110001776>
33. WIJAYANINGTYAS, Maranatha y LUKIYANTO, Kukuh (2019). Informal housing construction workers' perceptions toward the improvement of effective leadership and performance. Rev. MATEC Web Conf. [Internet]. 258 (7). [Citado el 10 de julio del 2021]. Disponible en: [https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2019/07/mateconf\\_scescm2019\\_02004/mateconf\\_scescm2019\\_02004.html](https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2019/07/mateconf_scescm2019_02004/mateconf_scescm2019_02004.html)
34. DEKEL, Tomer (2020). The institutional perspective on informal housing. Rev. Habitat International. [Internet]. 106 (10): 22- 87 [Citado el 10 de julio del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S019739752030758X>
35. VIEDA, Sergio y CHIODELLI, Francesco. (2021). Informal housing of the rich: Clustering, isolating, and concealing in Bogotá, Colombia Author links open overlay panel. Rev. Habitat International. [Internet]; 112, (10): 23- 69. [Citado el 10 de julio del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0197397521000588>
36. STRYDOM, John y VILJOEN, Sal (2014). Unlawful occupation of inner-city buildings: a constitutional analysis of the rights and obligations involved. Rev. Journal Identifiers [Internet]; 17 (4): 30 – 58. [Citado el 10 de julio del 2021]. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/pelj/article/view/112075>

37. GRAM, Kirsten (2014). Existing buildings – Users, renovations and energy policy. *Rev. Renewable Energy*; [Internet]; 61, (4): 136-140. [Citado el 10 de julio del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148113002498>
38. DWAIKAT, Luay y ALIB, Kherun (2016). Green buildings cost premium: A review of empirical evidence Author links open overlay panel. *Rev. Energy and Buildings*. [Internet]. 110, (1): 396-403. [Citado el 10 de julio del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778815303856>
39. WILDE, Pieter y COLEY, David (2012). The implications of a changing climate for buildings. *Rev. Building and Environment*. [Internet]; 55 (4): 1-7. [Citado el 10 de julio del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132312001060>
40. FENG, Xiaohang; YAN, Da y HONG, Tianzhen (2015). Simulation of occupancy in buildings. *Rev. Energy and Buildings* [Internet]; 87, (1): 348-359. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778814010342>
41. GRACIA, Alvaro y CABEZA, Luisa (2015). Phase change materials and thermal energy storage for buildings. *Rev. Energy and Buildings* [Internet]; 103, 15 (3): 414 – 419. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778815004338>
42. DRISCOLL, Jesse; PEARLMAN, Wendy y CUNNINGHAM, Kathleen (2012). Commitment Problems or Bidding Wars? Rebel Fragmentation as Peace Building. *Rev. Journal of Conflict Resolution*; 4 (3): 12 – 37.
43. HOVMAND, Peter (2013). Group Model Building and Community-Based System Dynamics Process. *Community Based System Dynamics* [Internet]; 9 (1): 17 – 30. [Citado el 9 de julio del 2021]. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-8763-0\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-8763-0_2)

44. ALAJMIA, Ali y WRIGHTB, Jonathan (2014). Selecting the most efficient genetic algorithm sets in solving unconstrained building optimization problem. Rev. International Journal of Sustainable Built Environment. [Internet]; 3, (1): 18-26. [citado el 08 de julio del 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212609014000399>
45. WEGMANN, Jake y MAWHORTER, Sarah (2017). Measuring Informal Housing Production in California Cities. Rev. Journal of the American Planning Association 83, (2): 119-130 [Citado el 10 de julio del 2021]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01944363.2017.1288162>
46. REN, Xuefei. (2017). Governing the Informal: Housing Policies Over Informal Settlements in China, India, and Brazil. Rev. Housing Policy Debate. [Internet]. 28, (1): 79-93. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10511482.2016.1247105>
47. ZHANG, Yue (2018). The credibility of slums: Informal housing and urban governance in India. Rev. Land Use Policy. [Internet]; 79, (2): 876-890. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837717301680>

# **ANEXOS**

## ANEXO 1: MATRIZ DE OPERALIZACIÓN

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Construcción informal	La construcción informal de viviendas no cuenta con un buen comportamiento sísmico, son más proclives a colapsar ocasionando desgracias. Por lo tanto, es prioridad definir la vulnerabilidad sísmica en las viviendas con este tipo de sistema. (Mosquera y Tarque, 2005, p 142)	Se evaluará las viviendas mediante una inspección técnica, además de ensayos no destructivos para determinar la calidad de los materiales utilizados.	Mejoramiento ante la vulnerabilidad sísmica	Estudios del suelo	Ensayo De Corte directo  Ensayo de granulometría
			Redundancia estructural	elementos estructurales: C y V	
			Procedimiento constructivo inadecuado	Calidad de los materiales de construcción	
Vulnerabilidad sísmica	La vulnerabilidad sísmica de una estructura se precisa como la propensión inherente a soportar daños antes de la salida de un movimiento sísmico y está directamente asociada con sus propiedades de diseño físico y estructural. (Bonnet, 2003. P 43)	Para evaluar la vulnerabilidad sísmica se utilizarán formatos ya establecidos por el software Etabs 2016, en conjunto de los planos arquitectónicos y distribución de estructuras conjuntamente con el reglamento de edificación sismorresistente	Comparativa del diseño	Sistema estructural	software Etabs 2016, planos arquitectónicos y distribución de estructuras y el reglamento nacional de edificaciones.
			Diagnóstico de elementos		
			Mejoramiento del diseño	Máximos desplazamientos	

## ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: <b>Análisis de Vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.</b>						
Autores:		<b>GUTIERREZ VILCAPOMA</b>	<b>JEAN PIERRE</b>			
		<b>JURADO ASCENCIOS</b>	<b>JOAQUIN</b>			
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTO			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<b><u>PROBLEMA GENERAL</u></b>	<b><u>OBJETIVO GENERAL</u></b>	<b><u>HIPÓTESIS GENERAL</u></b>	<b>V. INDEPENDIENTE: CONSTRUCCION INFORMAL</b>			
			<b><u>DIMENSIONES</u></b>	<b><u>INDICADORES</u></b>	<b><u>INSTRUMENTOS</u></b>	
¿Cuál es el nivel de Vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021?	Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.	El nivel de vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.	Mejoramiento ante la vulnerabilidad sísmica	Perfil del suelo	Ensayos del Corte directo Ensayos de Granulometria	
			Redundancia estructural	Elementos estructurales: C y V	software etabs 2016, planos arquitectonicos y distribucion de estructuras y el reglamento nacional de edificaciones.	
			Procedimiento constructivo inadecuado.	Calidad de los materiales de construccion		
<b><u>PROBLEMA ESPECÍFICOS</u></b>	<b><u>OBJETIVO ESPECÍFICOS</u></b>	<b><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</u></b>	<b>V. DEPENDIENTE: VULNERABILIDAD SISMICA</b>			
			<b><u>DIMENSIONES</u></b>	<b><u>INDICADORES</u></b>	<b><u>INSTRUMENTOS</u></b>	
¿De qué manera influyo el mejoramiento ante la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021?	Determinar de qué manera influyo el mejoramiento ante la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.	El mejoramiento ante la vivienda influye en la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.	comparativa del diseño	sistema estructural		<b>Metodo:</b> (Cientifico) <b>Tipo:</b> (Aplicada) <b>Diseño:</b> (Cuasi Experimental) <b>Población:</b> Todas las viviendas del asentamiento humano huascar. <b>Muestra:</b> Una vivienda de albañileria confinada de 2 pisos <b>Muestreo:</b> No probabilistico <b>Técnica:</b> Observación Directa. <b>Instrumentos:</b> Formatos de los ensayos realizados.
¿De qué manera diagnosticamos el diseño de los elementos estructurales ante la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021?	Determinar el diagnóstico del diseño de elementos estructurales ante la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.	Diagnosticar el diseño de los elementos ante la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.	Diagnóstico de elementos	Espectro de capacidad	software etabs 2016, planos arquitectonicos y distribucion de estructuras y el reglamento nacional de edificaciones.	
¿Cómo influyo el mejoramiento de los elementos estructurales para la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021?	Determinar el mejoramiento de los elementos estructurales para la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.	El mejoramiento de los elementos estructurales para la vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021.	mejoramiento del diseño	Máximos desplazamientos		

## ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: construcción informal y vulnerabilidad sísmica

"Análisis de Vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el Asentamiento Huáscar - San Juan de Lurigancho – 2021."

### Parte A: Datos generales

Tesista 01: Gutiérrez Vilcapoma, Jean Pierre

Tesista 02: Jurado Ascencio, Joaquín Fernando

Fecha: Lima, 01/07/2021

### VARIABLE INDEP 1: VULNERABILIDAD SISMICA

	Tipo de sistema estructural
	Espectro de capacidad
	Verificación de máximos desplazamientos

Tesis: Tito Vargas, K (2018) Vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas mediante la aplicación del modelo estático no lineal en la Av. El Parral, Comas<sup>22</sup>: **Sistema estructural**

Tesis: Pucuhuayla, O (2018) Evaluación de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa santa rosa n°5092, utilizando el etabs en el aa.hh. Bocanegra - Callao 2018<sup>23</sup>: **Espectro de capacidad**

Tesis: Cano y Gomez(2020) Estudio de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Pátapo sectores 01, 02, 03, 04 y 05 aplicando los índices de Benedetti-Petrini<sup>24</sup>: **Verificación de máximos desplazamientos**

### VARIABLE DEPENDIENTE: CONSTRUCCION INFORMAL

	Perfil del suelo
	Elementos estructurales: C y V
	Calidad de los materiales de construcción

Tesis: Tito Vargas, K (2018) Vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas mediante la aplicación del modelo estático no lineal en la Av. El Parral, Comas: **Elementos Estructurales**

Tesis: Chumbes, C (2019) Vulnerabilidad sísmica en las construcciones informales de viviendas en el cercado de Huarmey, Huarmey – 2019<sup>27</sup>: **calidad de los materiales y Perfil del suelo**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

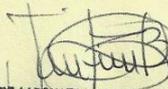
Apellidos: SANCHEZ SECCEN  
Nombres: WILLIAM ALBERTO  
Título: INGENIERO CIVIL  
Grado: MBA  
N° Reg. CIP: 69970  
Observaciones:  
.....

Firma / CIP

  
WILLIAM ALBERTO SANCHEZ SECCEN  
INGENIERO CIVIL  
CIP 69970

Apellidos: VELA BALLADREZ  
Nombres: Yimi Aarón  
Título: Ingeniero Civil  
Grado: Ingeniero titulado  
N° Reg. CIP: 227799  
Observaciones:  
.....

Firma / CIP

  
YIMI AARON VELA BALLADREZ  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 227799

Apellidos: Tito Vargas  
Nombres: Karolyn Kristy  
Título: Ingeniera Civil  
Grado: titulada  
N° Reg. CIP: 232965  
Observaciones:  
.....

Firma / CIP

  
KAROLYN KRISTY  
TITO VARGAS  
Ingeniera Civil  
CIP N° 232965

## ANEXO 4: CERTIFICADOS



CONTROL DE CALIDAD  
DEL CONCRETO S.A.C

### ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA ASTM C805

**CLIENTE** : Joaquín Fernando Jurado Ascencio & Jean Pierre Gutiérrez Vilcapoma  
**TESIS** : Análisis de vulnerabilidad sísmica en la construcción informal de la vivienda en el asentamiento Huáscar – San Juan de Lurigancho - 2021  
**UBICACIÓN** : Manzana 24, Lote 05, Grupo 08, Asentamiento Huáscar, Canto Grande, San Juan de Lurigancho, Lima - Perú  
**FECHA DE EMISION** : 11.05.21

#### 1.- REFERENCIAS:

- Norma de referencia : ASTM C805
- Fecha de ensayo : 10.05.21
- Ubicación de los ensayos : Según lo indicado por el cliente.
- Equipo empleado : Esclerómetro marca FORNEY, modelo LA-0352, serie 124  
Certificado de calibración LFP – 206 – 2020

#### 2.- RESULTADOS:

Código	Identificación	Elemento estructural	Fecha aproximada de vaciado	Numero de rebote	Resistencia aproximada (psi)	Resistencia aproximada (kg/cm <sup>2</sup> )
E1 y E2	Fachada	Columna – Piso 1	2018	36	4750 ± 875	334 ± 62
E3 y E4	Puerta de ingreso	Columna – Piso 1	1991	29	3200 ± 608	225 ± 43
E5 y E6	Cocina	Columna – Piso 1	1991	25	2300 ± 554	162 ± 39

#### Notas:

- A solicitud del CLIENTE, se ha realizado una estimación referencial de la resistencia del concreto en los elementos analizados empleado la gráfica del equipo. Cabe señalar que el equipo no es capaz de brindar un valor único de resistencia sino por el contrario un intervalo de posibilidades, quedando bajo absoluta RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE el valor que utilice para los fines que considere pertinentes.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para los elementos analizados.
- Está prohibido reproducir o modificar este documento total o parcialmente, sin la autorización escrita de CCC.
- Se anexa registro de resultados.
- Se anexa certificado de calibración del esclerómetro.

  
-----  
LUIS EDUARDO  
GUTIÉRREZ BARAHONA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 235307



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA N° 018012

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S21 - 211-1

SOLICITANTE : JURADO ASCENCIO JOAQUÍN FERNANDO
PROYECTO : ANÁLISIS DE VUNELRABILIDAD SÍSMICA EN LA CONSTRUCCIÓN INFORMAL DE LA VIVIENDA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO HUÁSCAR
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA : 05 DE MAYO 2021

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1
Prof. (m.) : 2.50

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - REFERENCIA ASTM D6913 / D6913M

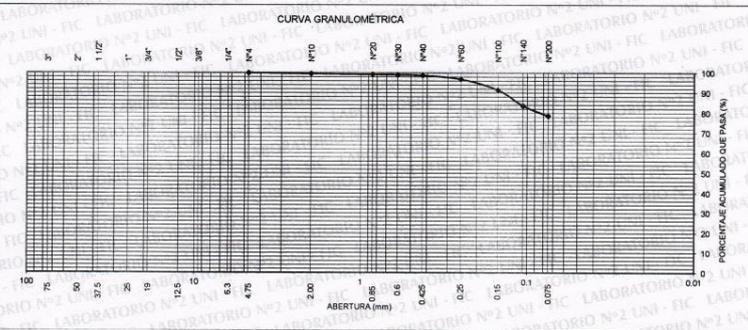
Procedimiento interno AT-PR.4 - Método "B"

Table with 5 columns: Tamiz, Abertura (mm), (%) Parcial Retenido, (%) Acumulado Retenido, Pasa. Rows include various sieve sizes from 3" down to FONDO.

Summary table: % Grava, % Arena, % Finos.

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318: Procedimiento interno AT-PR.5. Limite Líquido, Limite Plástico, Indice Plástico.

Clasificación SUCS ASTM D2487 : CL-ML



Nota: Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente. Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.
Ejecución : Téc. J. Huambo Ch.
Aprobación : Ing. D. Basurto R.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering Technology Accreditation Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
www.lms.uni.edu.pe, e-mail: lms\_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA N° 018011

## Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

### INFORME N° S21 - 211-1

SOLICITANTE : JURADO ASCENCIO JOAQUÍN FERNANDO  
 PROYECTO : ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA CONSTRUCCIÓN INFORMAL DE LA VIVIENDA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO HUÁSCAR  
 UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO  
 FECHA : 05 DE MAYO 2021

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080

Procedimiento interno AT-PR.9

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
 Calicata : C-1  
 Prof. (m.) : 2.50

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	5.95	5.95	5.95
Altura Inicial de la muestra (cm)	1.89	1.89	1.89
Densidad húmeda inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.869	1.869	1.869
Densidad seca inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.488	1.488	1.488
Cont. de humedad inicial (%)	25.6	25.6	25.6
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	1.88	1.87	1.86
Altura final de la muestra (cm)	1.87	1.86	1.85
Densidad húmeda final (g/cm <sup>3</sup> )	1.907	1.901	1.898
Densidad seca final (g/cm <sup>3</sup> )	1.499	1.505	1.515
Cont. de humedad final (%)	27.2	26.3	25.3
Esfuerzo normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.5	1.0	2.0
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.322	0.542	0.982
Angulo de fricción interna :	23.7 °		
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> ) :	0.10		

**Nota:**

Los especímenes se remoldearon con la densidad del Peso Volumétrico.  
 Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.  
 Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. J. Huambo Ch.  
 Aprobación : Ing. D. Basurto R.



*[Signature]*  
 Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
 Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos  
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú  
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019  
 www.lms.uni.edu.pe, e-mail: lms\_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe



Engineering  
 Technology  
 Accreditation  
 Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA N° 018010

Facultad de Ingeniería Civil  
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S21 - 211-1

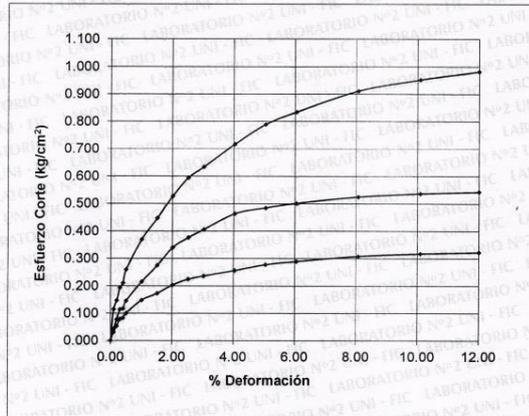
SOLICITANTE : JURADO ASCENCIO JOAQUÍN FERNANDO  
PROYECTO : ANÁLISIS DE VUNELRABILIDAD SÍSMICA EN LA CONSTRUCCIÓN INFORMAL DE LA VIVIENDA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO HUÁSCAR  
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO  
FECHA : 05 DE MAYO 2021

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080

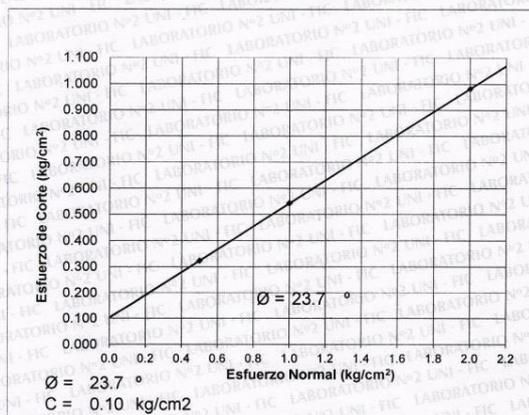
Procedimiento interno AT-PR.9

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
Calicata : C-1  
Prof. (m.) : 2.50

% DEFORMACIÓN TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú  
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019  
www.lms.uni.edu.pe, e-mail: lms\_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA N° 018009

Facultad de Ingeniería Civil  
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S21 - 211-2

SOLICITANTE : JURADO ASCENCIO JOAQUÍN FERNANDO  
PROYECTO : ANÁLISIS DE VUNELRABILIDAD SÍSMICA EN LA CONSTRUCCIÓN INFORMAL  
DE LA VIVIENDA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO HUÁSCAR  
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO  
FECHA : 05 DE MAYO 2021

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1  
Prof. (m) : 2.50

ENSAYO DE PESO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS COHESIVOS - REFERENCIA NTP 339.139  
Procedimiento interno AT-PR.2

Peso Volumétrico (g/cm<sup>3</sup>) : 1.869

Nota:

Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.

Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. J. Huambo Ch.  
Aprobación : Ing. D. Basurto R.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos  
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

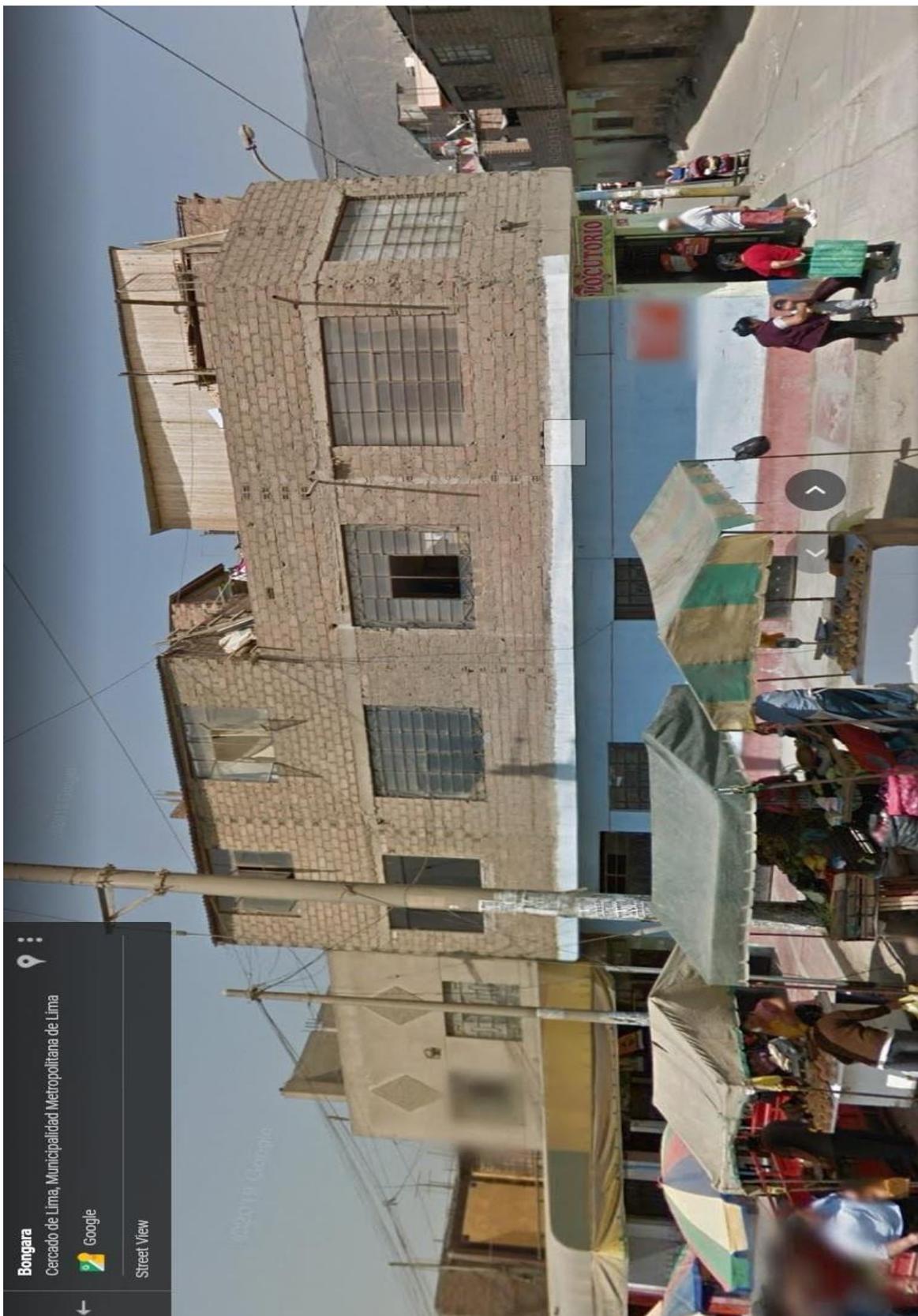
Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú  
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019  
www.lms.uni.edu.pe, e-mail: lms\_fc@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe

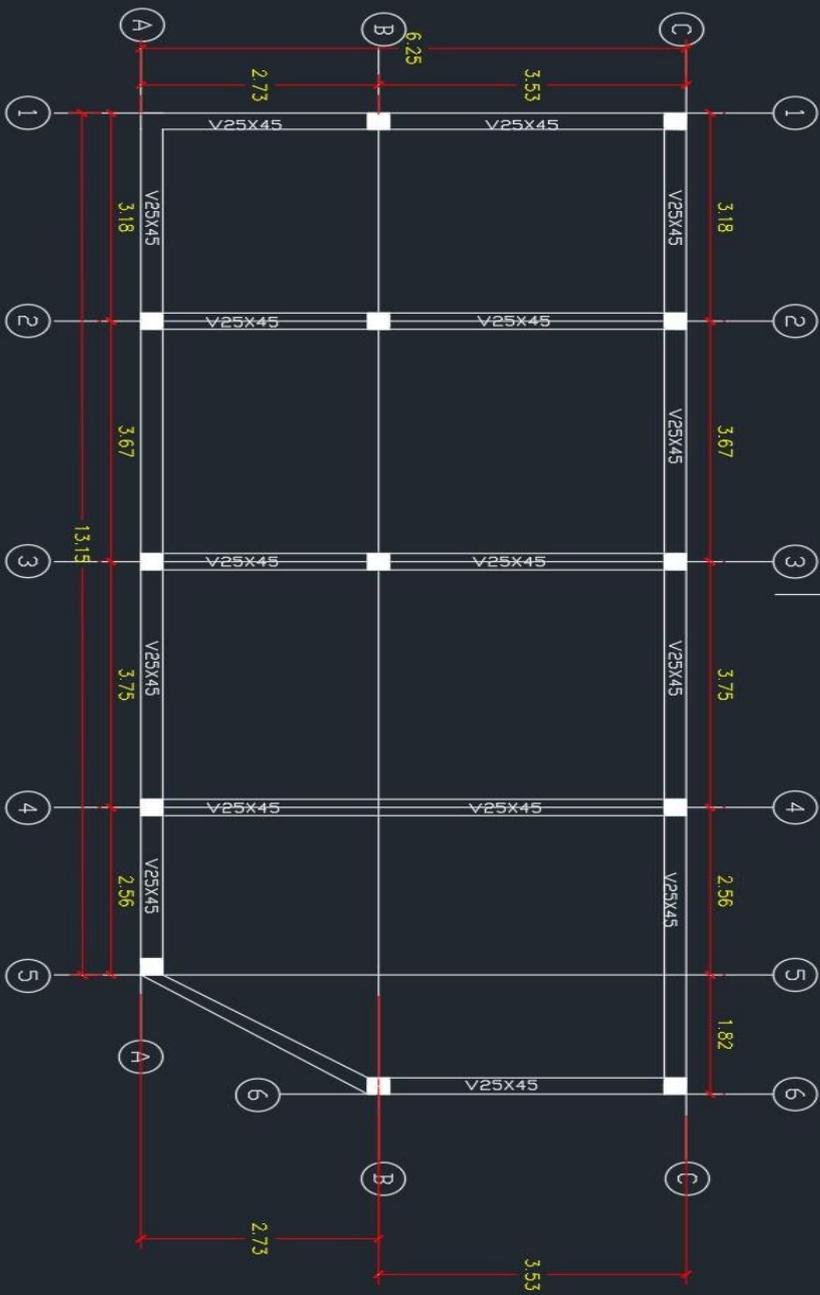
Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

# ANEXO 5: PLANOS





MCS

- 0 x

## ANEXO 6: PANEL FOTOGRAFICO











