

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas Construidas en la Urb.
Las Colinas del Chira ADUS Sullana-Piura,2023

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Villegas Ruiz, Johann Miguel

Asesor:

Pitman Meléndez Wilfredo

Código ORCID: 0009-0008-6331-840X

Piura- Perú

2023

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE TABLAS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
PALABRAS CLAVE	v
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD	vi
TITULO	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCION	1
METODOLOGIA	28
RESULTADOS.....	31
ANALISIS Y DISCUSION	70
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS FOTOGRAFICAS	74
ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros del método de Benedetti y Pretinni	13
Tabla 2. Escala Numérica del Índice de Vulnerabilidad de Edificaciones de Mampostería no Reforzada (Benedetti y Petrini, 1984).....	14
Tabla 3. Índice de Vulnerabilidad Según la Escala Numérica de Benedetti y Petrini	15
Tabla 4. Índice de Vulnerabilidad Según la Escala Numérica de Benedetti y Petrini en porcentajes .	15
Tabla 5. Parámetro 1: Organización del Sistema Resistente.....	16
Tabla 6. Parámetro 2: calidad del sistema resistente.....	17
Tabla 7. Parámetro 3: resistencia convencional	18
Tabla 8. Parámetro 4: posición del edificio y cimentación	19
Tabla 9. Parámetro 3: resistencia convencional	20
Tabla 10. Parámetro 6: Configuración de planta.....	21
Tabla 11. Parámetro 7: configuración en elevación.....	22
Tabla 12. Parámetro 8: separación máxima entre muros.....	23
Tabla 13. Parámetro 9: tipo de cubierta	23
Tabla 14. Parámetros 10: elementos estructurales	24
Tabla 15. Parámetro 11: estado de conservación	25
Tabla 16. Población de estudio	29
Tabla 17. Ubicación de calicatas	35
Tabla 18. Análisis de Granulometría	35
Tabla 19. Normas para ensayo.....	36
Tabla 20. Valores de limites	37
Tabla 21. Requisitos mínimos para que las edificaciones proyectadas	38
Tabla 22. Factor de zona.....	39
Tabla 23. Perfil de suelo y parámetros de sitio	39
Tabla 24. Clasificación de los perfiles de suelo	40
Tabla 25. Periodos TP- TL	40
Tabla 26. Factor de suelo.....	40
Tabla 27. Categoría de las edificaciones y factor.....	41
Tabla 28. Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	42
Tabla 29. Análisis sísmico	44
Tabla 30. Vulnerabilidad de la organización del sistema resistente	45
Tabla 31. Vulnerabilidad de la calidad del sistema resistente	47

Tabla 32. Vulnerabilidad de la resistencia convencional	49
Tabla 33. Vulnerabilidad de la posición del edificio y cimentación	49
Tabla 34. Vulnerabilidad de los diafragmas horizontales	50
Tabla 35. Vulnerabilidad de configuración de planta	51
Tabla 36. Vulnerabilidad de configuración en elevación	52
Tabla 37. Vulnerabilidad de separación máxima entre muros	52
Tabla 38. Vulnerabilidad de tipos de cubierta.....	53
Tabla 39. Vulnerabilidad de los elementos estructurales	54
Tabla 40. Vulnerabilidad del estado de conservación	55
Tabla 41. Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 1	56
Tabla 42. Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 2	56
Tabla 43. Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 3	57
Tabla 44. Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 4	57
Tabla 45. Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 5	58
Tabla 46. Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 6	58
Tabla 47. Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 7	59
Tabla 48. Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 8	59
Tabla 49. Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 9	60
Tabla 50. Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 10	60
Tabla 51. Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 11	61
Tabla 52. Índice de Vulnerabilidad Según la Escala Numérica de Benedetti y Petrini	61
Tabla 53. Vulnerabilidades sísmicas de las viviendas	62
Tabla 54. Análisis Estático - X	65
Tabla 55. Calculo Fuerza Inercial X	66
Tabla 56. Análisis Estático - Y	66
Tabla 57. Calculo Fuerza Inercial Y	66
Tabla 58. Desplazamiento del Centro de Masa (mm)	68
Tabla 59. Desplazamientos Máximos Entrepisos (mm).....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de los principales peligros	12
Figura 2. Figura 2: Zonas del Territorio Peruano	12
Figura 3. Configuración de planta	21
Figura 4. Configuración de elevación.....	22
Figura 5. Ubicación geográfica.....	32
Figura 6. Calidad de la mano de obra	34
Figura 7. Sección geotecnia	37
Figura 8. Factor de zona.....	38
Figura 9. Factor de ampliación sísmica C.....	43
Figura 10. Vista en Etabs.....	64
Figura 11. Vulnerabilidad peligro riesgo	68

PALABRAS CLAVE

Vulnerabilidad Sísmica, Viviendas Construidas

KEYWORDS

Seismic Vulnerability, Constructed Homes

LINEA DE INVESTIGACION

Línea	Estructuras
Área	Ingeniería y tecnología
Sub Área	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado **"Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas Construidas aplicando la metodología de Benedetti Pretinni en la Urb. Las Colinas del Chira ADUS Sullana-Piura, 2023"** del (a) estudiante: **VILLEGAS RUIZ JOHANN MIGUEL**, identificado(a) con Código N° **2109100111**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **27%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 02 de septiembre de 2024.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

TITULO

“Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas
Construidas aplicando la metodología de Benedetti Pretinni en la Urb.
Las Colinas del Chira ADUS Sullana-Piura,2023”

RESUMEN

Perú, ubicado en el "Cinturón de Fuego del Pacífico", enfrenta un alto riesgo sísmico. En Sullana, no se ha registrado un gran terremoto desde 2021, lo que destaca la importancia de seguir estrictamente las normas de diseño estructural. Las Colinas del Chira - ADUS presenta actividad sísmica de moderada a alta, según un análisis del terreno que identificó suelo tipo ML y subsuelo GC.

La falta de supervisión técnica y de criterios sismorresistentes aumenta la vulnerabilidad sísmica de los edificios en Las Colinas del Chira - ADUS. Este estudio, realizado en 2023, busca evaluar esa vulnerabilidad en las viviendas de la urbanización. El estudio evaluó la estructura, construcción y forma de las viviendas utilizando la metodología Benedetti - Pretinni, que analiza 11 criterios de daño sísmico. Se concluyó que la vulnerabilidad de las casas es alta, con un índice de 296.25.

ABSTRACT

Peru, located in the "Pacific Ring of Fire," faces a high seismic risk. In Sullana, no major earthquake has been recorded since 2021, highlighting the importance of strictly adhering to structural design standards. Las Colinas del Chira - ADUS experiences moderate to high seismic activity, according to a terrain analysis that identified ML-type soil and GC-type subsoil.

The lack of technical supervision and seismic-resistant criteria increases the seismic vulnerability of buildings in Las Colinas del Chira - ADUS. This study, conducted in 2023, aims to assess that vulnerability in the urbanization's homes.

The study evaluated the structure, construction, and shape of the homes using the Benedetti - Pretinni methodology, which analyzes 11 criteria for seismic damage. It concluded that the vulnerability of the houses is high, with a vulnerability index of 296.25.

INTRODUCCION

La investigación actual se fundamentó en los siguientes estudios previos:

Díaz (2020) realizó una investigación en el cual el objetivo consistió en examinar el efecto de la construcción no formal en la susceptibilidad sísmica de las residencias cerradas hechas de ladrillo en A.H. 4 de noviembre - Sullana, Piura. Para ello, se planteó un estudio aplicado con un diseño experimental realizado en 2020. Se llevó a cabo un muestreo aleatorio y selectivo de 30 hogares, evaluados a través de técnicas de observación y formularios de recopilación de datos para medir su vulnerabilidad sísmica según el enfoque de Benedetti y Pretinni. Los resultados revelaron que el mayor índice de vulnerabilidad estructural alcanzó los 230, mientras que el índice más alto de vulnerabilidad no estructural fue de 25. Se determinó que un 40% de las residencias mostraban una alta vulnerabilidad sísmica, el 56.67% presentaba un nivel moderado de vulnerabilidad, y solamente un 3.33% exhibía una baja vulnerabilidad ante sismos. Además, se llegó a la conclusión de que la construcción informal tiene un impacto significativo en el aumento del nivel de vulnerabilidad sísmica en las casas de ladrillo cerradas ubicadas en A.H. 4 de noviembre.

Enríquez y Villegas (2021) realizó un estudio cuyo propósito fue examinar la susceptibilidad sísmica de viviendas que emplean sistemas de mampostería reforzada. Se llevó a cabo un estudio utilizando una muestra de 4 hogares, donde se evaluaron varios aspectos como la densidad de los muros, la estabilidad de tabiques y barandas, la calidad constructiva y los materiales utilizados. Además, se invirtió tiempo en desarrollar modelos estructurales sísmicos para representar la condición actual de las residencias, con el fin de controlar los desplazamientos máximos y ofrecer recomendaciones para mejorar su resistencia. Los resultados indicaron que todas las viviendas analizadas mostraron una elevada vulnerabilidad sísmica, alcanzando un 100% de vulnerabilidad total. Se estableció que este porcentaje era relevante para todas las residencias debido a la carencia de muros de soporte en la dirección X, la inestabilidad de los muros no estructurales al girar, problemas en la calidad a causa de la escasez de mano de obra y materiales, una capacidad de carga limitada del terreno y movimientos de las casas que superaban los límites establecidos por la normativa E.030. Pingo (2021) en su estudio se propuso evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica en

las casas construidas con adobe en la localidad de Manga Manguilla, Morropón, Piura. Esta investigación se caracteriza por emplear enfoques cuantitativos, diseños no experimentales, análisis descriptivos y tipologías de transacciones. Se empleó el enfoque del Índice de Vulnerabilidad de Benedetti y Pretinni, modificando la clasificación de las casas construidas con adobe para determinar aspectos estructurales específicos. Esto se llevó a cabo mediante un sistema de puntuación que asigna valores nominales basados en métricas de evaluación específicas establecidas por el método seleccionado. Los resultados indicaron que el 58,49% de las residencias examinadas mostraron una alta vulnerabilidad sísmica, mientras que el 13,21% presentó un nivel moderado de vulnerabilidad. Sin embargo, ninguna vivienda fue identificada como moderadamente vulnerable en un grado bajo. Este descubrimiento resalta la urgencia de realizar más investigaciones sobre la susceptibilidad sísmica en este estilo específico de edificaciones.

Córdova (2022) esta investigación se centró en el estudio se centró en la evaluación de la estructura de las aulas construidas entre 2000 y 2001 en Ann Goulden IE que se localiza en la región, provincia y departamento de Piura, zona identificada por la normativa técnica E030 como altamente sísmica en el Perú y parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, siguiendo las regulaciones nacionales de construcción de esa época, que actualmente se consideran desactualizadas para la investigación. El enfoque metodológico fue aplicativo, utilizando el software académico ETABS para el análisis, adoptando un enfoque cuantitativo que incluyó pruebas de campo y se basó en la condición actual de la estructura. Se llevaron a cabo análisis PUSHOVER y evaluaciones exhaustivas del concreto (utilizando técnicas de escaneo, ultrasonido y medición láser) y del suelo (que incluyeron granulometría, densidad, humedad, Proctor modificado y límites). El propósito de este estudio fue determinar el estado actual de la estructura del Ann Goulden debido a las limitaciones presupuestarias para la infraestructura educativa. Los resultados de las pruebas realizadas al concreto sugieren que su resistencia es mayor de lo anticipado en los datos técnicos, lo cual indica que el edificio mantiene su rigidez y durabilidad de acuerdo con su diseño original. El estudio también permitió evaluar que el edificio tiene la capacidad de preservar vidas en un terremoto máximo. Sin embargo, debido al riesgo sísmico, se identificó una demanda sísmica que es un 50% mayor que la establecida en el estándar E030-2016. Estos

hallazgos son esenciales para garantizar la máxima seguridad de un edificio de tipo A2 (educativo) y para proteger vidas humanas en caso de un evento sísmico. La conclusión principal indica que la estructura presenta una vulnerabilidad moderada, lo que implica implicaciones financieras y estructurales para su reparación, aunque aún conserva un margen de seguridad antes de llegar al punto de colapso.

Montes y Paredes (2019) realizaron el análisis de la Vulnerabilidad Geotécnica-Sísmica en Edificaciones del Casco Urbano, Distrito de La Unión - Departamento de Piura - Provincia de Piura, cuyos resultados de la evaluación se categorizaron en tres niveles de vulnerabilidad: baja para puntuaciones inferiores a 15, media para puntuaciones entre 15 y 35, y alta para puntuaciones iguales o superiores a 35. En la muestra de 360 apartamentos, 20 no pudieron ser examinados debido a razones vinculadas con la vivienda. Este enfoque metodológico permitió generar una base de datos que detallaba el estado de los edificios en relación con cada parámetro evaluado. Además, se llevaron a cabo 5 estudios de mecánica de suelos en ubicaciones estratégicas y se revisaron 23 estudios previos, cuyos resultados fueron confirmados por las nuevas investigaciones. Esto posibilitó una zonificación geotécnica, considerando las características fundamentales de cada zona. En consecuencia, se identificó que el área urbana del distrito de La Unión presenta suelos de tipo arenoso, fangoso arenoso, así como limo con bajo contenido plástico, junto con la presencia de agua subterránea en ciertos sectores cercanos a la superficie. Estos dos estudios proporcionaron información valiosa sobre la vulnerabilidad geotécnica-sísmica del área urbana del distrito de La Unión.

Chumpitaz (2018) En la actualidad, el área central de Manzanares se encuentra dividida en cuatro sectores que han experimentado un crecimiento desordenado. Se observó que el 100% de los apartamentos examinados presentan daños estructurales y carecen de juntas de dilatación para controlar la humedad. Respecto a la ubicación de los edificios, el 10% de los apartamentos investigados se encuentra en terrenos planos, mientras que el 20- 10% presenta una pendiente del terreno, y el 45% restante está distribuido entre pendientes hacia arriba. Además, el 45% restante se ubica en terrenos con pendientes entre el 45% y el 20%. En cuanto a la composición de las viviendas, el 42% de las residencias encuestadas están construidas principalmente con materiales de adobe, algunas casas de ladrillo reforzadas representan el 52% y el 6% restante cuenta con

revestimiento. En cuanto a la edad, el 60% de estas residencias tienen entre 20 y 49 años, mientras que el 10% tiene más de 50 años de antigüedad. Del total de viviendas evaluadas, el 80% muestra una alta vulnerabilidad sísmica, mientras que el 20% restante exhibe una vulnerabilidad sísmica moderada. Este análisis revela que el principal riesgo para las estructuras reside en la presencia de humedad, la cual ocasiona daños, y se relaciona con la cercanía del centro de Manzanares al mar. Esta situación, combinada con la ubicación, la falta de planificación y de investigaciones previas, representa un riesgo significativo. Los apartamentos se sitúan en terrenos con pendientes que alcanzan hasta un 45%, lo que incrementa considerablemente su vulnerabilidad sísmica.

Arévalo (2020) El foco de este proyecto de investigación está en emplear dos enfoques para evaluar el peligro y la respuesta ante terremotos de las viviendas construidas informalmente en el asentamiento San José, localizado en el distrito de San Martín de Porres en Lima. Estos métodos se aplicaron a una muestra de 7 edificaciones que compartían un diseño arquitectónico similar, caracterizado por el uso limitado de mampostería. La primera metodología empleada implicó un enfoque cualitativo realizado in situ mediante un cuestionario detallado sobre las características estructurales, arquitectónicas y el proceso de construcción de las viviendas. Posteriormente, se llevó a cabo una evaluación de la vulnerabilidad, amenaza y riesgo sísmico considerando factores como la densidad de las paredes y la presencia de muros giratorios. El segundo enfoque metodológico fue cuantitativo y se enfocó en analizar el comportamiento sísmico utilizando el software Etabs 2016. Este análisis permitió calcular las fuerzas cortantes en la base, los desplazamientos del centro de gravedad y los desplazamientos relativos del entrepiso según las regulaciones del Reglamento Nacional de Edificación (RNE). Los resultados obtenidos al aplicar estos métodos ayudaron a identificar el nivel de vulnerabilidad sísmica presente en las estructuras expuestas a riesgos sísmicos. Es crucial resaltar que la zona se encuentra en una región con alta actividad sísmica, lo que aumenta su susceptibilidad a este tipo de eventos. Como conclusión, se proponen recomendaciones para reducir la construcción de edificaciones sin la supervisión de ingenieros profesionales y para impulsar políticas que fomenten la construcción de viviendas seguras en asentamientos humanos.

Noel (2019) Para llevar a cabo esta investigación, se realizaron visitas al barrio Los

Virreyes en el distrito de Rímac, Lima, donde se recopilaban datos detallados de 23 residencias. Se efectuó un análisis de las características constructivas de estas viviendas para evaluar su susceptibilidad ante terremotos. Se empleó el método italiano, el cual incluye 11 criterios para evaluar la estructura. Durante este proceso, se asignaron valores de factor de calibración según la calidad representada por cada vivienda, clasificadas de A (óptima) a D (desfavorable). Estos valores se ajustaron adicionalmente mediante un factor de peso (W_i) que variaba entre 0,25 y 1,5. El resultado obtenido de esta evaluación se dividió por 3825 para calcular el índice de vulnerabilidad. El objetivo principal de este estudio fue analizar la vulnerabilidad sísmica en viviendas construidas con ladrillos en el fundo Los Virreyes del Rímac, utilizando el método del índice de vulnerabilidad italiano. Los resultados indicaron que el 100% de las viviendas se situaban en un rango de vulnerabilidad que superaba el 15% pero era inferior al 35%, lo que señalaba un riesgo sísmico considerado bajo. En resumen, se determinó que las viviendas evaluadas en Los Virreyes del Rímac, a través del método italiano, mostraban un nivel moderado de vulnerabilidad sísmica y un riesgo sísmico de nivel medio.

Laucata (2021) El estudio presenta un enfoque práctico para evaluar la amenaza sísmica en viviendas informales construidas con mampostería en Trujillo. Este método implica examinar las especificaciones técnicas y los defectos arquitectónicos y estructurales presentes en estas construcciones informales. La mayoría de estas residencias carecen de un diseño arquitectónico y estructural adecuado, ya que se edifican con materiales de baja calidad. Además, suelen ser construidas por residentes locales que tienen conocimientos limitados y recursos económicos escasos para seguir prácticas constructivas adecuadas. Para recopilar la información necesaria, se identificaron 30 unidades de vivienda en dos áreas residenciales específicas de Trujillo, seleccionadas debido a sus características morfológicas y la presencia de construcciones no formales. Se llevó a cabo la recolección de datos en el terreno mediante encuestas estructuradas que abordaban aspectos como la ubicación, el proceso de construcción, la estructura y la calidad de la edificación. Estos datos se analizaron para elaborar informes resumidos sobre las características técnicas, incluyendo un análisis sísmico básico que evaluaba la densidad de los muros para determinar la vulnerabilidad, amenaza y riesgo sísmico de las viviendas estudiadas.

Los resultados obtenidos contribuyeron al establecimiento de directrices para la construcción y el mantenimiento de viviendas de construcción limitada en la costa peruana, una zona con un alto riesgo sísmico. Además, a través de la información recopilada, se identificaron los principales defectos constructivos observados en las viviendas estudiadas, lo que sirve como base para futuras mejoras en este tipo de construcciones.

Guzmán y Torres (2022) El estudio presente tiene como objetivo principal analizar las deficiencias estructurales con el propósito de identificar y proponer soluciones para abordar los daños existentes. Este caso de estudio se enfoca en un método de prueba sin diseño específico, adoptando un nivel descriptivo, y se centra en variables tales como el diseño de elementos estructurales y el análisis sísmico. La muestra utilizada en este estudio es representativa de edificaciones de concreto armado de cinco pisos, destinadas a familias de la provincia del Cusco. Como parte de la propuesta, se sugiere un rediseño estructural que considere la geometría del edificio y su carga, aplicando un factor de reducción ($R=3$). Durante las modificaciones estructurales, se identificó un exceso de refuerzo de acero en las columnas hasta el tercer piso y algunas vigas de carga. Por este motivo, se procedió a ajustar las dimensiones de las columnas de 50x70 cm a 70x90 cm, así como las vigas portantes de 30x50 cm a 40x60 cm. Se concluye que los códigos sísmicos utilizados para el diseño estructural deberían actualizarse, incorporando análisis de comportamiento no lineal. Asimismo, en caso de no ser viable el refuerzo estructural, se recomienda mantener una iluminación adecuada en los edificios y llevar a cabo pruebas sísmicas de forma periódica. Estas medidas pueden contribuir significativamente a mejorar la seguridad y resistencia de las edificaciones ante eventos sísmicos.

Loja y González (2019) Para llevar a cabo un estudio integral sobre la vulnerabilidad sísmica en áreas específicas de la ciudad de Guayaquil, se propone la aplicación de un método de evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural, el cual puede ser ampliado en investigaciones futuras. Un aspecto crucial en esta investigación es la identificación y documentación de los defectos constructivos hallados en el área estudiada. El reconocimiento de

estas deficiencias en la construcción proporcionan una comprensión concreta de los factores que hacen que las áreas perimetrales bajo estudio sean más susceptibles. En consecuencia, el proyecto ofrece perspectivas para prevenir la repetición de estos errores en el futuro, además de presentar soluciones para los edificios actualmente expuestos a riesgos sísmicos. Al iniciar el proyecto, se considera su alcance, recursos disponibles y, especialmente, el tiempo requerido para su finalización. Por ende, se restringe el estudio a 220 edificios, lo cual arroja resultados significativos para el área de interés, aunque no logra abarcar la totalidad de la ciudad de Guayaquil. No obstante, este estudio proporciona una evaluación más profunda de la vulnerabilidad sísmica en un área urbana más extensa y variada, permitiendo obtener una visión más holística de la vulnerabilidad sísmica en Guayaquil. El índice de vulnerabilidad sísmica calculado muestra que el 35% de los edificios en Isla Trinitaria presentan una vulnerabilidad sísmica muy alta, en comparación con el 23% en Bastión Popular.

Criado, Pacheco y Afanador (2020) El objetivo de este estudio es evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica que exhiben las edificaciones residenciales en la zona de Cristo Rey, situada en la ciudad de Ocaña, estado de Norte de Santander, utilizando la metodología FEMA P-154 de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA). El sector analizado en este estudio refleja una situación similar a otros distritos en Colombia. Los residentes que viven en esta área no tienen en cuenta los planes urbanísticos ni se realizan estudios más detallados, como la microzonificación sísmica. En relación a la arquitectura presente en este lugar, se observan viviendas construidas con sistemas de mampostería simple y otras con mampostería limitada, evidenciando irregularidades en la distribución horizontal, vertical y combinada. Además, existe un riesgo potencial de desplazamientos geológicos. Un considerable número de casas fueron erigidas antes de 1984, lo que las coloca en una categoría de mayor antigüedad. Los resultados indicaron que las viviendas evaluadas exhiben tres niveles diferentes de vulnerabilidad sísmica, siendo la mayoría de ellas clasificadas como altamente vulnerables a los sismos.

Medina, Echeverría y Monroy (2021) el análisis sísmico de estructuras es fundamental, ya que ayuda a establecer directrices y métodos constructivos para garantizar la seguridad ante movimientos sísmicos. Este análisis permite comprender cómo responden las estructuras a la actividad sísmica, facilitando así la evaluación de su

vulnerabilidad sísmica. El objetivo principal de este trabajo es determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en el distrito Surinama de la ciudad de Tunja. Este análisis se centrará en edificios con sistemas estructurales de mampostería no reforzada, empleando el método del índice de vulnerabilidad sísmica de Benedetti y Pretinni. El proceso implica verificar la cantidad de edificaciones utilizando el Sistema de Información Geográfica de Tunja (tusig) para obtener información inicial sobre los proyectos existentes. Luego, se emplea la herramienta web Google Maps para describir y evaluar el estado de las edificaciones, de manera similar a una visita presencial al barrio para validar la información obtenida por Google Maps. Los datos recopilados en el estudio se ingresarán a una base de datos en Excel, lo que permitirá determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica en las estructuras de la zona. Este análisis proporcionará información detallada sobre las condiciones físicas y espaciales de las estructuras en el área estudiada.

Sánchez y López (2021) La arquitectura tradicional mexicana se ve representada de manera notable por las casas de adobe. Sin embargo, en los últimos tiempos, ha habido una disminución progresiva de estas estructuras debido a la preferencia por métodos y materiales constructivos más modernos. Esta tendencia se ha acentuado tras los terremotos, especialmente los de 2017, que causaron estragos significativos en el país. Jojutla, ubicada en el estado de Morelos, fue duramente golpeada por el terremoto ocurrido en Puebla en 2017, lo que resultó en daños irreparables en su valioso patrimonio arquitectónico, particularmente en las icónicas viviendas de adobe que formaban parte de su centro histórico. En un estudio de investigación llevado a cabo en Jojutla para evaluar los efectos sísmicos en las construcciones de adobe después de los eventos de 2017, se utilizó una metodología que incluyó el análisis mediante sistemas de información geográfica, pruebas de caracterización de los materiales de tierra en laboratorio y un examen detallado de las normativas de construcción y los planes de gestión de riesgos del municipio. Se detectaron problemas considerables en las construcciones, así como deficiencias en la planificación urbana y en los planes de gestión de riesgos de la zona, lo que contribuyó a la mayor vulnerabilidad de los edificios frente a los movimientos sísmicos. A partir de las investigaciones previas y los resultados obtenidos, se puede concluir que las autoridades no prestaron suficiente atención a la protección de las viviendas de adobe y no implementaron medidas

adecuadas para preservar estos métodos constructivos tradicionales. La falta de consideración hacia los sistemas constructivos tradicionales y la aplicación de métodos inapropiados han llevado a la desaparición de esta forma de construcción en la región estudiada.

Sánchez (2021) en México, se enfrenta una situación preocupante de desuso de la arquitectura de tierra, especialmente en las viviendas de adobe, consideradas como un emblema arquitectónico del país. No obstante, se está abordando esta problemática con la intención de revertirla, pues estas construcciones poseen un gran potencial sostenible y representan un valioso legado cultural. A pesar de ello, la sociedad ha perdido confianza en estas viviendas debido a su vulnerabilidad sísmica, siendo percibidas como obsoletas y asociadas a las clases sociales más desfavorecidas, además de ser vistas como estructuralmente frágiles. En los últimos años, se han aplicado diferentes estrategias para salvaguardar y conservar esta herencia cultural regional. No obstante, las cifras muestran una preocupante disminución anual en la edificación con materiales de tierra. Este documento presenta cuatro enfoques para analizar la resistencia sísmica de las casas de adobe: a través del estudio de la geografía cultural y la percepción de sus residentes, mediante la descripción de sus tipos y métodos de construcción, por medio del análisis estructural y evaluaciones técnicas, y mediante la investigación de las propiedades del material en laboratorio. Los hallazgos han permitido identificar modelos territoriales, socio-culturales y de construcción de viviendas basados en cinco estudios representativos. Se han examinado herramientas específicas para evaluar la vulnerabilidad sísmica de estas estructuras arquitectónicas. Además, se ha creado una metodología para analizar los materiales de tierra, lo que ha ampliado el conocimiento técnico en torno a estos sistemas. Finalmente, este proceso se ha incorporado en varios proyectos de investigación y colaboración para el desarrollo, con un enfoque en fomentar la arquitectura regional en Michoacán. Estas iniciativas han generado importantes beneficios al valorar y difundir este valioso legado, contribuyendo a su preservación y reconocimiento.

De acuerdo a la editorial (Etecé, 2023):

Un sismo, conocido bajo distintos nombres como seísmo, temblor, terremoto o movimiento telúrico, se trata de bruscos y violentos movimientos temporales que impactan la superficie terrestre. Estos sucesos se originan debido a la liberación

repentina de energía almacenada debajo de la tierra, la cual se difunde en forma de ondas sísmicas hacia el entorno. Fundamentalmente, los sismos son movimientos repentinos e irregulares que tienen lugar en la capa externa de la Tierra como consecuencia de diversos fenómenos geológicos naturales

La **vulnerabilidad** se refiere al grado de debilidad o exposición que posee un elemento o conjunto de elementos frente a la posibilidad de sufrir daños o ser afectados. Esta condición puede ser provocada por una variedad de factores, tales como la insuficiencia de infraestructura adecuada, la pobreza, la discriminación, la falta de acceso a recursos básicos y la carencia de preparación para afrontar situaciones de emergencia. Es esencial identificar y abordar la vulnerabilidad para minimizar su impacto y fortalecer la capacidad de recuperación de las comunidades y los sistemas frente a los desastres.(INDECI, 2006)

La vulnerabilidad sísmica es un sistema de clasificación que categoriza las estructuras según sus propiedades y características estructurales, variando desde

aquellas que presentan una mínima vulnerabilidad hasta aquellas altamente susceptibles a los efectos sísmicos. En cuanto a la investigación del riesgo sísmico a nivel urbano, es fundamental que los métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los edificios sean relativamente simples para permitir su aplicación en áreas extensas, como los centros urbanos. (INDECI, 2006).

(INDECI, 2006) nos indica que:

El término "peligro" se relaciona con una situación en la que existe la posibilidad de que ocurra un evento, ya sea natural o provocado por la actividad humana, con el potencial de causar daños significativos tanto en la infraestructura física como en el entorno ambiental de un área habitada. Este riesgo puede surgir de dos fuentes: una de ellas es de origen natural, como terremotos, deslizamientos de tierra o inundaciones, mientras que la otra puede ser el resultado de acciones humanas, como incendios o vertidos de productos químicos.

La prevención comprende un conjunto de acciones y medidas planificadas para garantizar una protección continua ante posibles peligros. Por otro lado, el riesgo implica una evaluación numérica o estimación de las posibles pérdidas de vidas o daños a la propiedad física.

Los fenómenos naturales incluyen todo lo que sucede en la naturaleza y puede ser observado a través de los sentidos, convirtiéndose en un objeto observable. Además de los fenómenos naturales, también existen aquellos generados por la tecnología o la actividad humana.

Un "desastre" se considera una alteración grave a nivel comunitario que resulta en pérdidas masivas de vidas humanas o bienes materiales, y que puede dificultar que la comunidad afectada se recupere sin ayuda externa. Estos eventos se clasifican según su origen, ya sea natural o tecnológico.

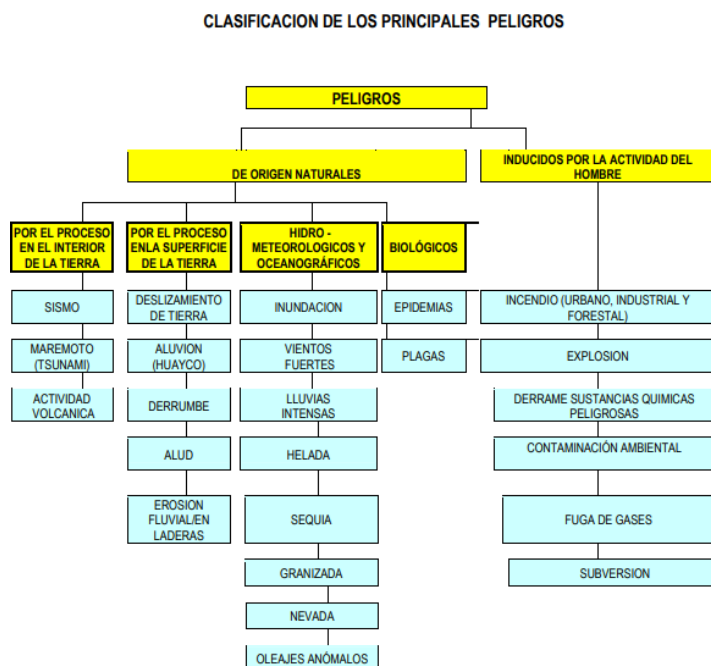


Figura 1. Clasificación de los principales peligros

Fuente: (INDECI, 2006)

La zonificación sísmica consiste en la subdivisión de un territorio en secciones que especifican parámetros de diseño sísmico uniformes en cada una de ellas. La ley de atenuación describe la forma en que las ondas sísmicas se propagan en la corteza terrestre. En Perú, el territorio se divide en cuatro zonas sísmicas. (Rojas, 2017)

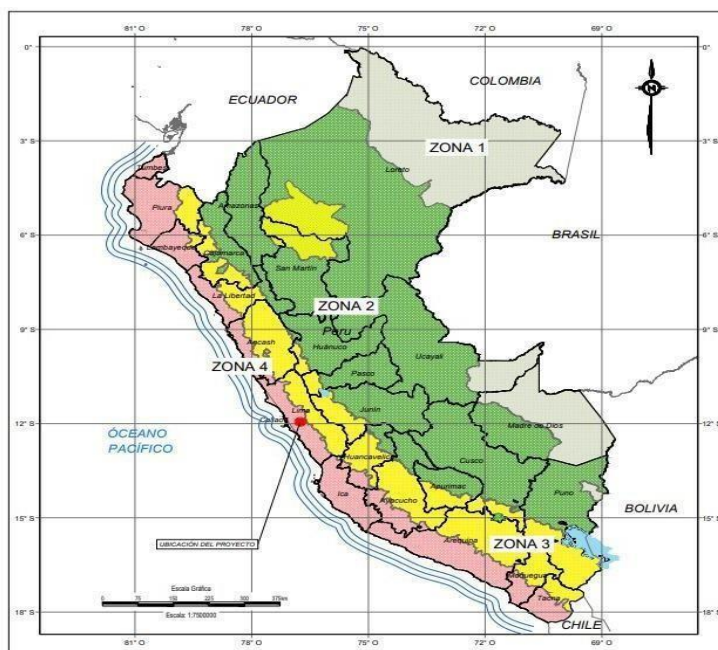


Figura 2. Zonas del Territorio Peruano

Fuente: (Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, 2019)

ETABS:

METODO BENEDETTI- PRETINNI: La metodología de Benedetti Pretinni, propuesta en 1982 y continuamente desarrollada desde 1976, es un enfoque globalmente utilizado y basado en datos empíricos. Se emplea en diversas aplicaciones a nivel urbano, incluyendo la evaluación de diferentes materiales de construcción. Este método abarca la evaluación de 11 parámetros, cuyos valores se sitúan en un rango de 0 a 382,5. Dichos parámetros incluyen el valor máximo para evaluar la calidad del estado (K_i) y el factor de ponderación (W_i) asignado a cada uno de ellos para calcular tanto el índice de vulnerabilidad como el índice de daño. (Cajan y Falla, 2020)

Tabla 1

Parámetros del método de Benedetti y Pretinni

Parámetro	Descripción del parámetro
1	Organización del sistema resistente
2	Calidad del sistema resistente
3	Resistencia convencional
4	Posición del edificio y cimentación
5	Diafragmas Horizontales
6	Configuración en planta
7	Configuración en elevación
8	Separación máxima entre muros
9	Tipo de cubierta
10	Elementos no estructurales
11	Estado de conservación

Cada K_i califica un parámetro que determina la vulnerabilidad: A, B, C y D, donde A representa el estado óptimo y D, el estado más desfavorable. Al aplicar el factor de ponderación a estos valores individuales y al combinarlos, se puede calcular la vulnerabilidad global. (Cajan Hernandez & Falla Lecca, 2020)

Cuando se pondera la suma, este resultado se llama índice de vulnerabilidad.

Tabla 2

Escala Numérica del Índice de Vulnerabilidad de Edificaciones de Mampostería no Reforzada (Benedetti y Petrini, 1984).

i	Parámetro	K_i A	K_i B	K_i C	K_i D	W_i
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.0
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.0
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.0
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	5	25	45	1.0
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.0

Donde:

K_i es la calificada asignada, W_i es el coeficiente de peso y I_v índice de vulnerabilidad.

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i \cdot W_i$$

Considerando que la ecuación tiene un rango entre 0 y 382.5 al tomar los valores más favorables y más críticos, se procederá a normalizar este rango dividiéndolo por el valor máximo (382.5). Esto permitirá obtener un rango normalizado que va desde 0% hasta 100%, lo que facilitará la interpretación de los resultados. Estos resultados podrán ser evaluados utilizando la siguiente tabla, la cual asigna niveles de vulnerabilidad calificados como Baja, Media y Alta en función del Rango de Vulnerabilidad. (Cajan Hernandez & Falla Lecca, 2020)

Tabla 3*Índice de Vulnerabilidad Según la Escala Numérica de Benedetti y Petrini*

Clase	Vulnerabilidad	Rangos Iv
A	Vulnerabilidad baja	0-95.63
B	Vulnerabilidad media a baja	95.63-191.3
C	Vulnerabilidad media a alta	191.3-286.3
D	Vulnerabilidad alta	286.3-382.5

Tabla 4*Índice de Vulnerabilidad Según la Escala Numérica de Benedetti y Petrini en porcentajes*

Vulnerabilidad	Porcentaje I.V
Baja	$I.V \leq 15\%$
Media	$15\% < I.V \leq 35\%$
Alta	$35\% < I.V$

Parámetro 1: Organización del sistema resistente

El primer parámetro organizativo del sistema de carga se enfoca en el comportamiento de los elementos estructurales verticales, particularmente los muros de carga. Es crucial verificar el tipo de conexión que estos muros tienen con vigas y columnas. Es recomendable también considerar la presencia de asesoramiento profesional para la vivienda analizada y asegurarse de que cumpla con las normas actuales de la RNE, como la NTP E 030 para el diseño sísmico y la NTP E 070 para albañilería. (Abanto Valdivia & Cárdenas Cruz, 2016)

Tabla 5

Parámetro 1: Organización del Sistema Resistente

Parámetro 1: organización del sistema resistente	
A	Edificio construido con las recomendaciones de la norma sísmica E 030.
B	Edificio que presenta, en todas las plantas, conexiones realizadas mediante vigas de amarre en los muros
C	Edificio que, por no presentar vigas de amarre en todas las plantas, está constituido únicamente por paredes ortogonales bien ligadas
D	Edificio con paredes ortogonales no ligadas.

Fuente: (Cajan Hernández y Falla Lecca, 2020)

Parámetro 2: Calidad del sistema resistente

Según Abanto y Cárdenas (2016) el índice de calidad del sistema portante se determina según el tipo de mampostería utilizada, considerando su resistencia, uniformidad, forma y tamaño al construir los muros de carga de la vivienda. Se debe tener en cuenta el espesor de las juntas de las baldosas, así como la verticalidad de dichos muros.

A) En esta categoría, los ocupantes de la vivienda han recibido asesoramiento técnico o profesional, y el diseño de la casa cumple con las normas E030 y

E070. El edificio muestra una disposición "cuadrada" de los muros portantes y una conexión perfecta entre las vigas y los muros en todas sus plantas.

B) En este escenario, la construcción tiene limitaciones y no ha recibido asesoramiento técnico o profesional, incumpliendo las normas E030 y E070. A pesar de ello, se observa una conexión adecuada entre las vigas y los muros en todas las plantas del edificio.

C) Aquí, la construcción carece por completo de asesoramiento técnico o profesional, y el diseño no se ajusta a las Normas E030 y E070. Aunque la edificación presenta un buen amarre entre las vigas y los muros en algunas plantas, este no es uniforme en todo el edificio.

D) Esta categoría refleja una construcción sin ningún tipo de asesoramiento técnico o profesional, incumpliendo las Normas E030 y E070. Además, el edificio tiene paredes ortogonales que no están conectadas a las vigas y/o columnas, lo que compromete la integridad estructural de la construcción.

Tabla 6

Parámetro 2: Calidad del sistema resistente

Parámetro 2: calidad del sistema resistente	
El sistema resistente del edificio presenta las siguientes tres características	
A	1 Mampostería en ladrillo de buena calidad con piezas constantes por toda la extensión del muro homogéneas y de dimensiones
	2 Presencia de la verticalidad entre las unidades de albañilería
	3 Mortero de buena calidad con espesor entre 1.0 a 1.5 cm
B	El sistema resistente de la vivienda no presenta una de las descritas en el apartado A. Características de las clases
C	El sistema resistente de las viviendas no presenta dos de las características de las clases descritas en el apartado B.
D	El sistema resistente de la vivienda no presenta ninguna de las características de las clases descritas en el apartado A.

Fuente: (Cajan Hernández & Falla Lecca, 2020)

Parámetro 3: Resistencia convencional

El parámetro de resistencia convencional evalúa el nivel de seguridad de la capacidad de resistencia del edificio frente a cargas horizontales. La ecuación para calcular el coeficiente de resistencia convencional "C" se define como la relación entre la fuerza horizontal aplicada en la base de la estructura y el peso total del edificio. Este coeficiente "C" es fundamental para determinar la capacidad de resistencia del edificio ante fuerzas horizontales, como las generadas por eventos sísmicos o vientos intensos. Un valor alto de este coeficiente indica una mejor capacidad de resistencia del edificio frente a estas cargas horizontales, mientras que un valor bajo sugiere una menor capacidad de resistencia y, por ende, un mayor riesgo estructural. (Abanto Valdivia & Cárdenas Cruz, 2016)

Tabla 7

Parámetro 3: Resistencia convencional

Parámetro 3: resistencia convencional	
Consideramos:	
A	Edificio con $\alpha \geq 1$
B	Edificio con $0.6 \leq \alpha \leq 1$
C	Edificio con $0.4 \leq \alpha \leq 0.6$
D	Edificio con $\alpha \leq 0.4$

Fuente: (Caja Hernández y Falla Lecca, 2020)

Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación

Según Abanto y Cárdenas (2016), la ubicación del edificio y la naturaleza de sus cimientos son factores determinantes en su comportamiento frente a eventos sísmicos. La influencia de la topografía y los cimientos juega un papel crucial en la capacidad del edificio para resistir y soportar un evento sísmico. La ocurrencia de un evento sísmico significativo puede indicar un daño considerable en el edificio. Para evaluar esta condición, se puede realizar una inspección visual del lugar y entrevistar al propietario del edificio. Se califica como "A" cuando el edificio cuenta con cimientos adecuados, que incluyen cimientos en tiras y zapatas, lo que brinda una base sólida y estable para la estructura. Por otro lado, se clasifica como "D" si la casa carece por completo de cimientos, lo que indica una falta de cumplimiento del cuarto parámetro en términos de seguridad estructural ante eventos sísmicos.

Tabla 8*Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación*

Parámetro 4: posición del edificio y cimentación	
Consideramos:	
A	Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%.La fundación está ubicada a una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a
B	Edificio comentado sobre roca con pendiente comprendida entre un 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 10% y un 20% .La diferencia
C	Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 20% y un 30% o sobre terreno rocoso con pendiente comprendida entre un 30% y un 50% . La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.
D	Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor a 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor a 50% la diferencia máxima entre las cotas de la fundacion es superior a 1 metro Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.

Fuente: (Cajan Hernández & Falla Lecca, 2020)

Parámetro 5: Diafragmas horizontales

Según Abanto y Cárdenas (2016), el quinto criterio se centra en valorar la calidad del vínculo estructural entre el suelo y la losa (piso), tomando en cuenta la unión entre la losa y el muro, así como la presencia de cualquier irregularidad o discontinuidad en esta conexión. Esta unión entre la losa y el muro desempeña un papel

crucial en la estabilidad de la estructura y en la distribución adecuada de las cargas. Una conexión deficiente o desigual puede comprometer la integridad del sistema de soporte, impactando la capacidad del edificio para resistir fuerzas tanto verticales como horizontales, como las generadas por eventos sísmicos. La existencia de superficies irregulares en esta unión podría señalar problemas estructurales o defectos en la construcción, lo que podría perjudicar la capacidad de carga del edificio. Evaluar este parámetro implica verificar la calidad del vínculo entre la losa y el muro, identificando y analizando cualquier anomalía o discontinuidad que pudiera influir en la estabilidad estructural del inmueble.

Tabla 9*Parámetro 3: Resistencia convencional*

Parámetro 5: diafragmas horizontales	
Consideramos:	
A	Edificio con diafragmas, de cualquier naturaleza, que satisfacen las condiciones:
	1 Ausencia de planos a desnivel.
	2 La deformabilidad del diafragma es despreciable.
	3 La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.
B	Edificio con diafragma como los de la clase A, pero que no cumplen con la condición 1.
C	Edificio con diafragmas como los de la clase A, pero que no cumplen con las condiciones 1 y 2.
D	Edificio cuyo diagrama no cumplen ninguna de las tres condiciones.

Fuente: (Cajan Hernandez & Falla Lecca, 2020)**Parámetro 6: Configuración en planta**

Según Valdivia y Cárdenas (2016) el comportamiento sísmico de una vivienda está influenciado por su forma. En casos donde las áreas techadas de las construcciones son rectangulares, la relación crítica es

$\beta_1 = a/L$, representando el lado más corto sobre el lado más largo. Si la forma es rectangular, se considera como una configuración regular. Sin embargo, algunas viviendas presentan deformaciones en su área ocupada, donde la relación $\beta_2 = b/L$ del cuerpo principal es relevante.

Las dimensiones a , b , y L varían dependiendo de la forma específica de la edificación, como se muestra en la figura 3.

En construcciones regulares, se calcula y considera únicamente el valor de β_1 ; en viviendas irregulares, se calculan y consideran los valores de β_1 y β_2 . Se busca que β_1 sea mayor que 0.8 y β_2 sea menor que 0.1 para un rendimiento óptimo, mientras que valores menores a 0.4 para β_1 y mayores a 0.3 para β_2 representan un desempeño menos satisfactorio.

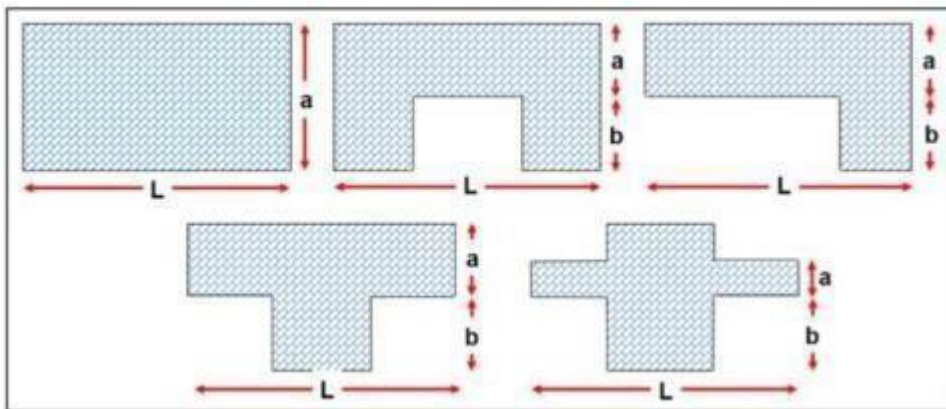


Figura 3. Configuración de planta

Fuente: (Cajan Hernández & Falla Lecca, 2020)

Tabla 10

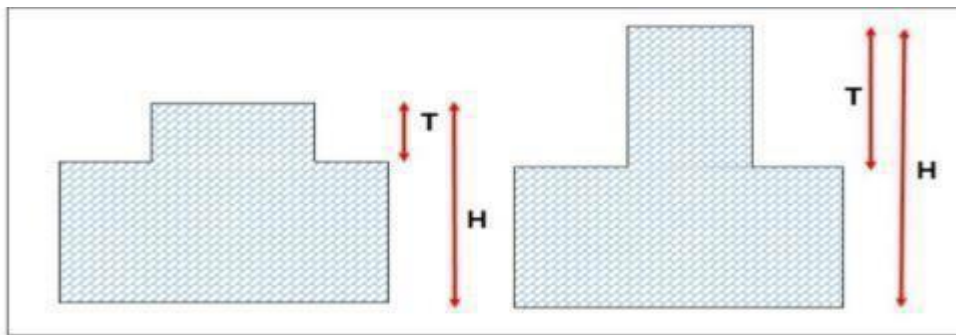
Parámetro 6: Configuración de planta

Parámetro 6: Configuración de planta	
Consideramos:	
A	Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ Ó $\beta_2 \leq 0.1$
B	Edificio con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ Ó $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$
C	Edificio con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ Ó $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$
D	Edificio con $0.4 > \beta_1 \geq 0.3$ Ó $0.3 < \beta_2$

Fuente: (Cajan Hernández & Falla Lecca, 2020)

Parámetro 7: Configuración de la elevación

Según Abanto y Cárdenas (2016) se refiere a la relación de elevación que una casa puede mostrar en función de su altura, expresada como la relación entre la elevación y la altura (T/H). La clasificación paramétrica continuará siempre y cuando se cumplan las características propuestas. Cuando la vivienda no tiene elevación, se considerará una relación T/H con un valor de 1. Se considera óptimo cuando el valor de T/H es superior a 0.75 y menos favorable cuando es inferior a 0.25.



Fuente: (Cajan Hernández & Falla Lecca, 2020)

Figura 4. Configuración de elevación

Tabla 11

Parámetro 7: Configuración en elevación

Parámetro 7: configuración en elevación	
Consideramos:	
A	Si $0.75 < T/H \leq 0.75$
B	Si $0.50 < T/H \leq 0.75$
C	Si $0.25 < T/H \leq 0.50$
D	Si $T/H \leq 0.25$

Fuente: (Cajan Hernández & Falla Lecca, 2020)

Parámetro 8: Separación máxima entre muros

La medida máxima entre las paredes de un edificio, conocida como "distancia máxima entre paredes", se determina mediante la relación entre la mayor longitud de pared sin soporte intermedio (luz de pared) y el grosor de esa pared (L/S). (Abanto Valdivia & Cárdenas Cruz, 2016).

Tabla 12*Parámetro 8: separación máxima entre muros*

Parámetro 8: separación máxima entre muros	
Consideramos:	
A.	Si $L/S \leq 15$
B.	Si $15 < L/S \leq 18$
C.	Si $18 < L/S \leq 25$
D.	Si $25 < L/S$

Fuente: (Cajan Hernández & Falla Lecca, 2020)

Parámetro 9: Tipo de cubierta

Según Abanto y Cárdenas (2016) , el enfoque está en la resistencia sísmica de los techos ante fuerzas generadas por terremotos, con el objetivo de prevenir su colapso o deterioro. El noveno parámetro evalúa la conexión adecuada de la cubierta con las paredes verticales, la distribución de las vigas y jácenas, así como el soporte apropiado de la cubierta sobre la losa del piso. Cuando el techo está compuesto completamente por paneles livianos, se evaluará el cumplimiento de las condiciones a) y c) del tipo A. Además, se considerará la distancia apropiada entre las vigas, asegurándose de que esta distancia no supere los 4 metros entre cada una.

Tabla 13*Parámetro 9: tipo de cubierta*

Parámetro 9: tipo de cubierta	
A	Se considera la resistencia del techo a fuerzas sísmicas: A. El edificio presenta las siguientes características:
1	Cubierta estable debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas como tornillos o alambres, que garanticen comportamiento de diafragma rígido.
2	Provisto de arriostramiento en las vigas y distancia entre vigas no muy grandes
3	Cubierta plana debidamente amarrada y apoyada a la estructura de cubierta de losa aligerada
B	Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A
C	Edificio que no cumple una de las dos características presentadas en la clase A
D	Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en clase

Fuente: (Cajan Hernández & Falla Lecca, 2020)

Parámetro 10: Elementos no estructurales

Según Abanto y Cárdenas (2016) este parámetro hace referencia a elementos como barandas o cornisas que podrían ocasionar daños a personas o objetos debido a movimientos hidroeléctricos. En caso de que haya barandas en los niveles superiores, es importante verificar si están adecuadamente fijadas a paneles livianos o cualquier tipo de cubierta en esos pisos superiores. Asimismo, la evaluación de salientes o protuberancias es crucial para determinar si tienen la forma cóncava adecuada o no.

El entorno ideal sería aquel en el que la vivienda carezca de barandas, toldos u otros elementos no estructurales dañados.

Tabla 14

Parámetros 10: Elementos estructurales

Parámetros 10: elementos estructurales	
Consideramos:	
A	Edificio sin parapetos y sin cornisas.
B	Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.
C	Edificios con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.
D	Edificio que presenta cualquier otro tipo de elemento en el techo mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caerse en caso de terremoto.

Fuente: (Cajan Hernández & Falla Lecca, 2020)

Parámetro 11: Estado de conservación

Según Abanto y Cárdenas (2016), se denomina este índice como una evaluación general de la condición estructural actual de viviendas construidas con mampostería restringida, centrándose principalmente en la evaluación de la integridad de sus muros. Además, se examinan posibles daños en componentes estructurales como vigas, columnas, paneles livianos y muros de soporte, causados por movimientos sísmicos u otros factores externos.

Tabla 15

Parámetro 11: Estado de conservación

Parámetro 11: Estado de conservación	
Consideramos:	
A	Muros en buena consideración, sin lesiones visibles.
B	Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos.
C	Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares producidos por sismos. Edificio que no presenta lesiones pero que se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la mampostería.
D	Muros que se presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o, lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho.

Fuente: (Cajan Hernández & Falla Lecca, 2020)

Este estudio respalda **teóricamente** todos los parámetros establecidos por la metodología de Benedetti Pretinni. Desde una perspectiva **social**, tiene el potencial de transmitir un mensaje importante a los habitantes de viviendas vulnerables o residencias construidas con materiales no robustos, con el fin de prevenir posibles pérdidas materiales y humanas en caso de un terremoto. El análisis **metodológico** de las estructuras de viviendas autoconstruidas es sólido, lo que podría disminuir significativamente el riesgo de accidentes y pérdidas humanas durante eventos sísmicos, lo cual es de suma importancia.

Científicamente se justifica en que Este trabajo proporcionará un valioso recurso para investigadores futuros que busquen analizar la construcción de edificios escolares desde una perspectiva científica y finalmente, se justifica **prácticamente** el uso del método Benedetti Pretinni, de origen italiano, como herramienta metodológica para este estudio.

Según la normativa del código nacional de construcción E.030, se clasifica al área de Sullana como una zona 4, caracterizada por una actividad sísmica muy alta. Esta información resalta la relevancia y la urgencia de medidas preventivas y de fortalecimiento de infraestructuras en esta región. (INDECI, 2006)

La ubicación de nuestra comunidad plantea una preocupación respecto a la construcción de las escuelas en términos de criterios sísmicos y prácticas de ingeniería.

Además, nos inquieta el posible impacto que eventos sísmicos de gran magnitud podrían tener en estas estructuras escolares. ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de las Viviendas Construidas en la Urbanización Las Colinas del Chira ADUS Sullana-Piura 2023?

De acuerdo a los problemas específicos se presentan los siguientes:

- ¿Cuáles son las diferencias o fallas en las construcciones mediante una inspección técnica para las Viviendas Construidas en la Urbanización Las Colinas del Chira ADUS Sullana-Piura 2023?
- ¿Cuáles son los Parámetros del método Benedetti Pretinni para determinar la vulnerabilidad a las viviendas, aplicando los instrumentos del método, encuestas y/o fichas técnicas?
- ¿Cuál es el comportamiento de las viviendas que se encuentran en riesgo alto, mediante el uso del software especializado ETABS?

Para este proyecto de investigación se planteó como hipótesis general que: Si se aplica el método italiano entonces se determinaría el nivel de las viviendas ubicadas en el Distrito de Sullana.

En base a todo lo mencionado anteriormente, esta investigación nos plantea como objetivo general: Determinar la Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas Construidas aplicando la metodología de Benedetti Pretinni en la Urb. Las Colinas del Chira ADUS Sullana-Piura,2023

En el cual menciona como objetivos específicos a los siguientes:

- Evaluar las diferencias o fallas en las construcciones mediante una inspección técnica para las Viviendas Construidas en la Urbanización Las Colinas del Chira ADUS Sullana-Piura 2023.
- Aplicar los Parámetros del método Benedetti Pretinni para determinar la vulnerabilidad a las viviendas, aplicando los instrumentos del método, encuestas y/o fichas técnicas.
- Evaluar el comportamiento de las viviendas que se encuentran en riesgo alto, mediante el uso del software especializado ETABS.

METODOLOGIA

La investigación aplicada se centra en abordar problemas concretos o proporcionar información útil para la toma de decisiones prácticas. Su enfoque radica en aplicar los hallazgos en situaciones reales. Por otro lado, la investigación descriptiva se dedica a caracterizar fenómenos o aspectos particulares de una población o situación, sin intervenir ni alterarlos.

En cuanto al diseño de investigación experimental, implica manipular variables independientes para observar cómo afectan a variables dependientes en condiciones controladas. Este método busca establecer relaciones causales entre variables al eliminar influencias externas. En este contexto, se está combinando una investigación descriptiva con un diseño experimental, lo que permite describir características específicas de un fenómeno mientras se exploran posibles relaciones causales entre variables.

Esquema: La estructura de investigación propuesta se detalla a continuación:

$$Mi \rightarrow Xi \rightarrow Oi$$

En donde:

Mi = Muestra (Viviendas)

Xi = Variable (Vulnerabilidad sísmica)

Oi = Resultados deseados (Nivel de vulnerabilidad de las viviendas)

Mi: Representa las características estructurales modificables que se investigan para entender su influencia en la vulnerabilidad sísmica, como el material de construcción o el diseño del edificio.

Xi: Son los factores intermedios que podrían influir en cómo las características estructurales afectan la vulnerabilidad sísmica, como la calidad del suelo o la antigüedad del edificio.

Oi: Son las medidas o indicadores utilizados para evaluar la vulnerabilidad sísmica, como el nivel de daño después de un terremoto o el tiempo de recuperación.

En síntesis, este esquema proporciona una estructura para investigar y comprender la vulnerabilidad sísmica, analizando cómo diferentes características estructurales afectan a través de factores intermedios y evaluando los resultados observados.

La población en estudio es Asociación Para el Desarrollo Urbano de Sullana (ADUS) la manzana M, N, Q, R y L con una cantidad de lotes de 242

Tabla 16

Población de estudio

Manzana	Lotes	Manzana	Lotes
M7	26.00	R7	19.00
M8	22.00	R8	20.00
M9	19.00	R9	11.00
N7	10.00	L7	14.00
N8	17.00	L8	21.00
N9	18.00	L9	6.00
Q7	9.00		
Q8	15.00		
Q9	15.00		
Cantidad de lotes: 242.00			

Fuente: Elaboración propia, 2023.

La **muestra** en estudio es la siguiente:

$$n = \frac{NZ^2pq}{e^2(N-1) + Z^2pq}$$

En donde:

N: Población

Z: 1.65 (nivel de confianza del 90%)

e: 10% (máximo error permitido)

p: 96% (probabilidad de éxito)

q: 4% (probabilidad de fracaso)

$$n = \frac{(242)(1.65)^2(0.96)(0.04)}{(0.10)^2(242 - 1) + (1.65)^2(0.96)(0.04)}$$

$$n = 10.06 \approx 11 \text{ viviendas}$$

Se emplearon distintas técnicas, como la observación, el procesamiento de información y el análisis en este estudio. Además, se consideraron estudios de suelos para comprender las propiedades del terreno en la zona de estudio.

Los instrumentos de investigación utilizados fueron las fichas de observación y recolección de datos conforme al formato establecido por la metodología empleada. Se llevaron a cabo visitas al sitio para recopilar información de manera individual para cada vivienda seleccionada en la muestra. Durante estas visitas, se registraron los resultados de las mediciones y la información requerida por los instrumentos.

El método utilizado para analizar los datos fue el método italiano (Benedetti-Pretinni), también conocido como Método Índice de Vulnerabilidad. Además, se realizó el análisis utilizando herramientas como Word y Excel, lo que permitió la creación de gráficos y tablas para una mejor interpretación de los datos obtenidos.

Nuestro proyecto de investigación se rige por estándares **éticos** fundamentales, enfocándose en la integridad académica. Se ha mantenido un enfoque de autenticidad a lo largo de todo el proceso. Se han respetado rigurosamente las citas utilizadas en nuestra sección de referencias. Además, hemos asegurado la fidelidad de las citas extraídas de diversas tesis, seleccionando aquellas que mejor se ajustan al tema de nuestra investigación. Es importante destacar que las tesis empleadas cumplen con los lineamientos establecidos por la Universidad San Pedro, garantizando su validez y relevancia para la investigación en curso.

RESULTADOS

OBJETIVO N° 1:

- *Evaluar las diferencias o fallas en las construcciones mediante una inspección técnica para las Viviendas Construidas en la Urbanización Las Colinas del Chira ADUS Sullana-Piura 2023.*

El proyecto describe que la vivienda, con un área de terreno de 120 m², incluye una sala de usos múltiples (sala, comedor y kitchenette), dos dormitorios, un baño completo, lavandería, estacionamiento y zonas verdes. La construcción será de tipo albañilería confinada de un solo piso, con posibilidad de expansión a un segundo piso.

La estructura estará compuesta por cimientos corridos de concreto ciclópeo conectados a vigas de concreto armado, apoyados sobre cimientos de concreto simple. Los muros portantes serán confinados por columnas y vigas soleras, que, en conjunto con el techo aligerado, servirán para distribuir las cargas verticales y horizontales que afecten la estructura.

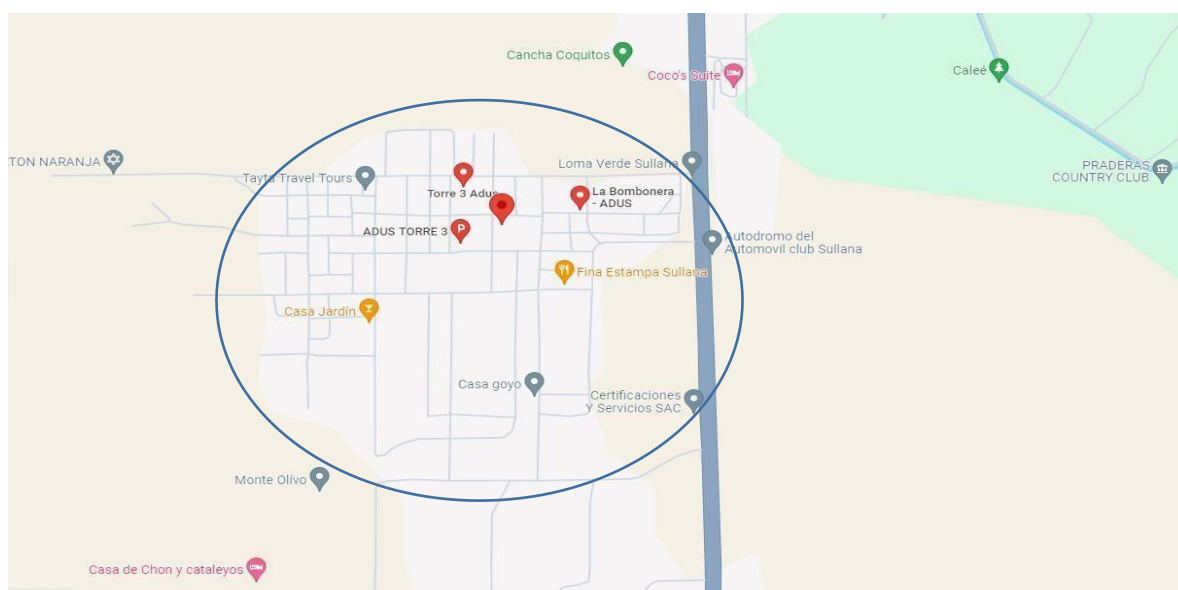
Según la norma E 030 de diseño Sismo resistente, la ubicación de la vivienda se encuentra en la zonificación sísmica N°4 en Perú, con un factor de 0.45

➤ UBICACIÓN GEOGRAFICA

- DISTRITO: SULLANA
- PROVINCIA: SULLANA
- DEPARTAMENTO: PIURA

Tabla 18*Características de las viviendas*

VIVIENDA	UBICACIÓN	N° DE PISOS	N° DE FAMILIAS	TIPO DE FACHADA	AREA CONSTRUIDA M2	AREA DE TERRENO M2
1	M7	1	1	PINTURA	120m2	120 m2
2	M8	1	1	LADRILLO	120m2	120 m2
3	N7	2	1	PINTURA	120m2	120 m2
4	N9	1	1	PINTURA	42.59m2	120 m2
5	Q8	1	1	TARRAJEO	120m2	120 m2
6	Q9	2	1	MAYOLICA	120m2	120 m2
7	R7	1	1	PINTURA	42.59m2	120 m2
8	R9	2	1	PINTURA	120m2	120 m2
9	L7	1	1	LADRILLO	42.59m2	120 m2
10	L8	1	1	PINTURA	42.59m2	120 m2
11	L9	2	1	PINTURA	120m2	120 m2

Fuente: Elaboración propia,2023.**Figura 5. Ubicación geográfica**

➤ **SITUACION ACTUAL:**

- No hay existencia de pistas ni veredas
- Los jardines se encuentran con maleza y en terreno natural.
- Puertas deterioradas por la exposición del sol
- Rejas de la puerta oxidadas
- Todo el camino es una trocha la cual no está en buen estado
- La mayor parte de las viviendas necesita construir buenas zapatas
- Algunas de las viviendas corren peligro de inundación por la ubicación
- Pisos de Cemento Pulido
- Presencia de Filtración.
- Hongo por la humedad
- Muros con fisuras
- Pisos con grietas por el mal comportamiento del concreto
- Ciertos de los paños de las paredes muestran grietas

Se evalúa la calidad de la mano de obra en cada una de las viviendas incluidas en este estudio. Solo el 14% de las estructuras presentan una calidad de mano de obra y materiales en condiciones óptimas. En contraste, el 43% de las viviendas encuestadas muestran una calidad de mano de obra y materiales que varía entre mala y regular. Estos resultados ponen de manifiesto la falta de especialización en la mano de obra



Figura 6. Calidad de la mano de obra

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En el territorio peruano, se han identificado varias zonas con diferentes niveles de actividad sísmica, cada una con características específicas en términos de frecuencia e intensidad de los movimientos telúricos.

Según la Norma de Diseño Sismo Resistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2016) y su Mapa de Zonificación Sísmica, el área de estudio se clasifica como Zona 4, considerada de alta actividad sísmica (Figura N° 2), con un valor de $Z=0,45$.

Los datos principales sobre las intensidades sísmicas de los eventos más importantes en el Perú han sido proporcionados por Silgado (1978). A partir de esta información, se infiere que, en los últimos 400 años, la región de estudio ha experimentado terremotos con intensidades considerables, alcanzando niveles de VI a VIII en la escala de Mercalli Modificado.

De acuerdo con las disposiciones del Reglamento Nacional de Construcciones, la Norma Técnica de Edificación E-30 sobre Diseño Sismo Resistente - M.V.C. y S. clasifica el área de estudio como "Zona 4", calificada como de Sismicidad Alta.

El estudio geotécnico se realizó en Las Colinas Del Chira - Sullana, perteneciente al distrito de Sullana, provincia de Sullana. Se llevaron a cabo dos excavaciones

manuales con equipo SPT y herramientas de corte, alcanzando una profundidad total de 3.00 metros.

La calicata proporciona una inspección directa del suelo para obtener muestras en áreas donde se ubicarán las estructuras principales de ingeniería civil. Por lo tanto, este método de exploración suele ofrecer información precisa y exhaustiva, siendo altamente efectivo para investigar y obtener muestras de suelos en ubicaciones específicas donde se instalarán las estructuras.

Tabla 17

Ubicación de calicatas

Ubicación de Calicatas			
Calicata	Este	Norte	Cota
C-01	532864.9	9455358.4	30
C-02	532862.7	9455377.1	30

Las muestras obtenidas de cada excavación fueron enviadas al laboratorio de mecánica de suelos de La Consultora WUR CONSULTING SRL. Los equipos de este laboratorio poseen certificados de calibración actualizados. Se llevan a cabo pruebas para determinar los parámetros físico-mecánicos de acuerdo con las recomendaciones específicas para su uso, en concordancia con las normativas E 50 de Suelos y Cimentaciones, así como la norma E 30 de Diseño Sísmico. Los ensayos realizados para la mecánica de suelos son los siguientes:

Tabla 18

Análisis de Granulometría

Porcentaje que pasa en la malla				
Calicata	Muestra	Malla N°4	Malla N°200	Sucs
C-1	M-1	100	61.42	ML
	M-2	30.9	10.2	GC
C-2	M-1	100	60.1	ML
	M-2	22.5	7.9	GC

La plasticidad se refiere al contenido de arcilla presente en las muestras de suelo. Los límites de consistencia se definen como sigue:

Límite Líquido: según la norma ASTM-D-423.

Límite Plástico: de acuerdo con la norma ASTM-D-424.

Tabla 19

Normas para ensayo

Análisis	Norma
Contenido de Humedad Natural	ASTM D -2216
Análisis Granulométrico	ASTM D-422
Límites de Consistencia	ASTM D -4318
Clasificación SUCS	ASTM D-2487
Peso Unitario	ASTM D -1587
Cohesión	AAHTO-D1557
DPL	ASTM D -3441
Capacidad admisible	

➤ Límites de Consistencia

Estos tipos de pruebas permiten evaluar de manera cualitativa cómo la variación en el contenido de humedad afecta las propiedades de plasticidad en un suelo cohesivo. Los ensayos se llevan a cabo en la fracción de muestra de suelo que pasa a través de la malla N° 40. Determinar los límites líquido y plástico de una muestra de suelo posibilita establecer un tercer parámetro conocido como el índice de plasticidad.

Tabla 20

Valores de limites

Calicata	Muestra	Limite Liquido %	Limite Plástico %	Ip %	Humedad Natural %
C-1	M-1	21.3	17.83	3.47	1.01
	M-2	27.08	18.61	8.47	1.11
C-2	M-1	21.92	18.75	3.17	1.01
	M-2	27.55	18.72	8.83	1.16

➤ SECCION GEOTENICA

Con los resultados arriba mencionados se presenta la sección geotécnica del tipo de suelos elaborado de acuerdo con los tipos de suelos hasta una profundidad de 4m

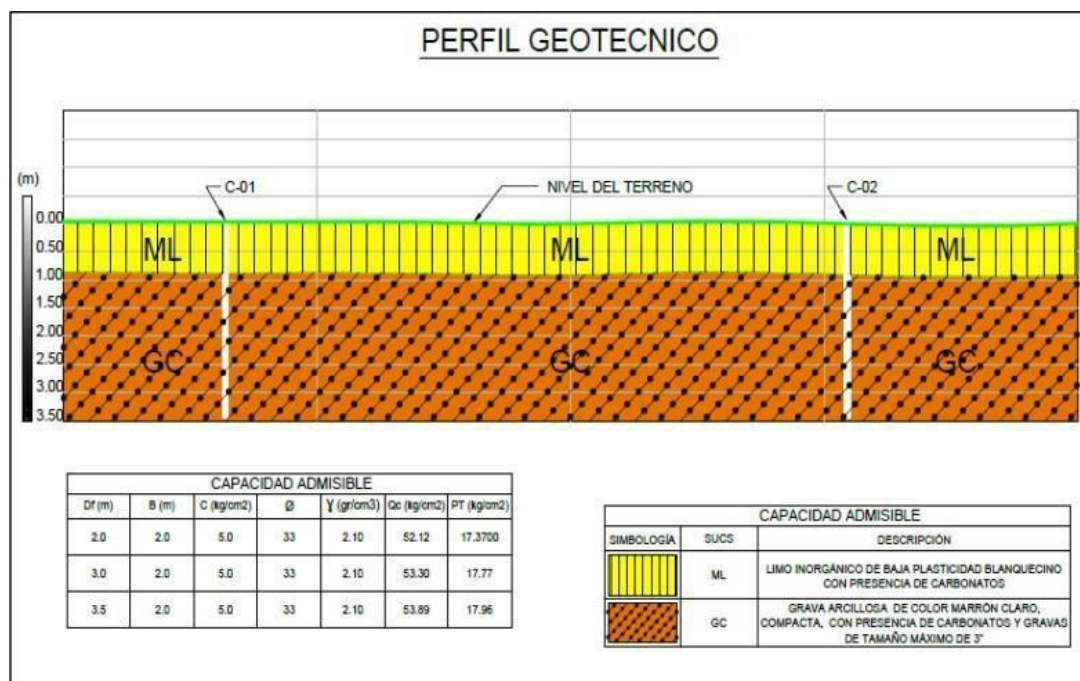


Figura 7. Sección geotecnia

El subsuelo analizado geológicamente consiste en un tipo de roca denominada material sedimentario, cuya naturaleza se ha confirmado mediante excavaciones que han sido particularmente desafiantes. Se presenta un perfil geotécnico que muestra dos estratos, lo que confirma nuestra ubicación en un entorno sedimentario.

Tabla 21*Requisitos mínimos para que las edificaciones proyectadas*

Calicata	Peso Muestra Húmeda	Peso Muestra Seca	Agua	% Humedad
C-1 M-1	200.00	198.00	2.00	1.01
C-1 -M -2	200.00	197.80	2.20	1.11
C -2 M - 1	200.00	198.00	2.00	1.01
C -2 M - 2	200.00	197.70	2.30	1.16

La norma E-030 decreta los requisitos mínimos para que las edificaciones proyectadas dependiendo sus exigencias tengan una conducta sísmica conforme con las doctrinas estipuladas.

Por lo tanto, una vez determinada la condición geotécnica del sitio analizado, determinamos el factor suelo al que pertenece nuestra zonificación, también con la condición antes mencionada.

De acuerdo a la Norma E-030 la I.E muestra los siguientes datos:

- En donde el territorio nacional está dividido en 4 zonas como se puede evidenciar en la figura en donde ADUS – LAS COLINAS DEL CHIRA se encuentra ubicada en la zona 4 con un factor de zona de 0,45 interpretándose como sismicidad muy alta.



Figura 8. Factor de zona

Tabla 22*Factor de zona*

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Luego se calcula el período, expresado como T_p , que determina el factor de amplificación sísmica y el parámetro T_l , que es el período que indica el inicio de la sismicidad.

en la zona del factor de amplificación sísmica, ambos períodos se calculan a través de intersecciones de tipos de suelo

- Los parámetros geotectónicos corresponden a un suelo de perfil tipo S2, con periodo predominante $T_p = 0.6$ seg. Y factor de suelo $S = 1,05$ de acuerdo a tabla mostrada.

Tabla 23*Perfil de suelo y parámetros de sitio*

Tipos de perfiles	
Perfil Tipo S0	Roca dura
Perfil Tipo S1	Roca o suelos muy rígidos
Perfil Tipo S2	Suelos intermedios
Perfil Tipo S3	Suelos blandos
Perfil Tipo S4	Condiciones excepcionales

Tabla 24*Clasificación de los perfiles de suelo*

PERFIL	Vs	N60	Su
S0	> 1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	500 kPa a 100 kPa
S3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Norma E030**Tabla 25***Periodos TP- TL*

Periodos TP- TL				
Perfil de Suelo				
	S0	S1	S2	S3
Tp(S)	0.3	0.4	0.6	1.0
TL(S)	3.0	2.5	2.0	1.6

Tabla 26*Factor de suelo*

Factor de Suelo				
SUELO	S0	S1	S2	S3
ZONA				
Z4	0.8	1.00	1.05	1.1
Z3	0.8	1.00	1.15	1.2
Z2	0.8	1.00	1.2	1.4
Z1	0.8	1.00	1.6	2.00

Fuente: Norma E030

- ADUS se encuentra en la clasificación C que refiere a edificaciones comunes con un factor $U=1.0$

Tabla 27

Categoría de las edificaciones y factor

Categoría	Descripción	Factor U
B Categorías Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas	1.3
C Edificaciones Comunes	edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas contaminantes	1.0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares	ver nota 2

Fuente: Norma E030

La edificación está diseñada en base al sistema estructural de albañilería confinada de 0.13 mts de espesor, utilizando ladrillo tipo IV. Para el coeficiente de reducción “R se adopta un coeficiente $R= 3$ de albañilería confinada.

Tabla 28*Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas*

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_o
Acero:	
Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF)	5
Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF)	4
Pórticos especiales concéntricamente arriostrados (SCBF)	7
Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados (OCBF)	4
Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada	3
Madera	7 (**)

FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SISMICA C

$$T = h_n / C_T = 0.05$$

Donde:

$$h_n = 3 \text{ m}$$

$$C_T = 60$$

h_n = Altura total de la edificación en metros

C_T = Coeficiente para estimar el periodo predominante de un edificio

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

Figura 9. Factor de ampliación sísmica C

Fuente: Norma E030

Por datos obtenidos de acuerdo a norma tenemos lo siguiente:

$$T_P = 0.6$$

$$T_L = 2.0$$

Por lo cual, se cumple la expresión de:

$$T < T_P \longrightarrow C_x = 2.5 \text{ y } C_y = 2.5$$

Para el valor de K:

Según la normativa E030:

- Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
- Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$

$$\text{por lo tanto, } \longrightarrow K_x \text{ y } K_y = 1.0$$

Tabla 29*Análisis sísmico*

Análisis Sísmico	
Tipo de suelo	S2
Factor de la zona	Z= 0.45
Periodo de vibración del suelo	TP=0.6 seg
Factor de amplificación del suelo	S=1.05
Categoría de zonificación	C
Coeficiente de uso	U=1.0
Factor de amplificación sísmica	C1= 2.5

OBJETIVO N° 2:

- *Aplicar los Parámetros del método Benedetti Pretinni para determinar la vulnerabilidad a las viviendas, aplicando los instrumentos del método, encuestas y/o fichas técnicas.*

Parámetro 1: Organización del sistema resistente

Esta norma evalúa si un edificio ha sido diseñado y construido con asesoramiento profesional o técnico, su cumplimiento de las normas RNE E030 y E070. El comportamiento de sus elementos estructurales y las conexiones entre vigas y muros.

Tabla 30

Vulnerabilidad de la organización del sistema resistente

Parámetro 1: Organización del sistema resistente		
“Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas Construidas en la Urb. Las Colinas del Chira ADUS Sullana- Piura, 2023”		
Vivienda	Clasificación	
1	La vivienda de albañilería tiene comportamiento tipo cajón, tuvo asesoramiento profesional o técnico y su diseño cumple con la norma E030 y E070.	A
2	La vivienda de albañilería tiene comportamiento tipo cajón, no tuvo asesoramiento profesional o técnico y su diseño no cumple con la norma E030 y E070.	B
3	La vivienda de albañilería tiene comportamiento tipo cajón, tuvo asesoramiento profesional o técnico y su diseño cumple con la norma E030 y E070.	A
4	La vivienda de albañilería presenta un correcto amarre entre viga y muros en todas sus plantas, no tuvo asesoramiento profesional o técnico y su diseño no cumple con la norma E030 y E070	B
5	La vivienda de albañilería presenta un correcto amarre entre viga y muros en todas sus plantas, no tuvo asesoramiento profesional	B

	o técnico y su diseño no cumple con la norma E030 y E070	
6	La vivienda de albañilería tiene comportamiento tipo cajón, tuvo asesoramiento profesional o técnico y su diseño cumple con la norma E030 y E070.	A
7	La vivienda de albañilería presenta un correcto amarre entre viga y muros en todas sus plantas, no tuvo asesoramiento profesional o técnico y su diseño no cumple con la norma E030 y E070	B
8	La vivienda de albañilería tiene comportamiento tipo cajón, tuvo asesoramiento profesional o técnico y su diseño cumple con la norma E030 y E070.	A
9	La vivienda es albañilería, presenta un correcto amarre entre viga y muros en todas sus plantas, no tuvo asesoramiento profesional o técnico y su diseño no cumple con la norma E030 y E070.	B
10	La vivienda de albañilería tiene comportamiento tipo cajón, no tuvo asesoramiento profesional o técnico y su diseño no cumple con la norma E030 y E070.	B
11	La vivienda de albañilería tiene comportamiento tipo cajón, tuvo asesoramiento profesional o técnico y su diseño cumple con la norma E030 y E070.	A

Parámetro 2: Calidad del sistema resistente

El segundo criterio está determinado por las características de la mampostería y su uniformidad en toda la construcción, el espesor de las juntas de mortero del muro y la verticalidad del muro.

Tabla 31

Vulnerabilidad de la calidad del sistema resistente

Parámetro 2: Calidad del sistema resistente		
“Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas Construidas en la Urb. Las Colinas del Chira ADUS Sullana- Piura,2023”		
Vivienda	Clasificación	
1	La vivienda presenta ladrillo macizo en casi la totalidad de la construcción, el espesor de la junta es de 1.00 a 1.50 cm en gran parte de los muros de la vivienda y la verticalidad de los muros está presente en la totalidad de la edificación.	A
2	La vivienda no presenta homogeneidad de ladrillos en su construcción, el espesor de junta en la mayoría de muros varía entre 1.00 a 1.50 cm y la verticalidad de los muros es una característica presente en la vivienda	B
3	La vivienda presenta ladrillo macizo en casi la totalidad de la construcción, el espesor de la junta es de 1.00 a 1.50 cm en gran parte de los muros de la vivienda y la verticalidad de los muros está presente en la totalidad de la edificación.	A
4	La vivienda no presenta homogeneidad de ladrillos en su construcción, el espesor de junta en la mayoría de muros varía entre 1.00 a 1.50 cm y la verticalidad de los muros es una característica presente en la vivienda	B
5	La vivienda no presenta homogeneidad de ladrillos en su construcción, el espesor de junta en la mayoría de muros varía entre 1.00 a 1.50 cm y la verticalidad de los muros es una característica presente en la vivienda	B
6	La vivienda presenta ladrillo macizo en casi la totalidad de la construcción, el espesor de la junta es de 1.00 a 1.50 cm en gran parte de los muros de la vivienda y la verticalidad de los muros está presente en la totalidad de la edificación.	A
7	La vivienda no presenta homogeneidad de ladrillos en su construcción, el espesor de junta en la mayoría de muros varía entre 1.00 a 1.50 cm y la verticalidad de los muros es una característica presente en la vivienda	B
8	La vivienda presenta ladrillo macizo en casi la totalidad de la construcción, el espesor de la junta es de 1.00 a 1.50 cm en gran parte de los muros de la vivienda y la verticalidad de los muros está presente en la totalidad de la edificación.	A
9	La vivienda no presenta homogeneidad de ladrillos en su construcción, el espesor de junta en la mayoría de muros varía entre 1.00 a 1.50 cm y la verticalidad de los muros es una característica presente en la vivienda	B
10	La vivienda no presenta homogeneidad de ladrillos en su construcción, el espesor de junta en la mayoría de muros varía entre 1.00 a 1.50 cm y la verticalidad de los muros es una característica presente en la vivienda	B
11	La vivienda presenta ladrillo macizo en casi la totalidad de la construcción, el espesor de la junta es de 1.00 a 1.50 cm en gran parte de los muros de la vivienda y la verticalidad de los muros está presente en la totalidad de la edificación.	A

Parámetro 3: Resistencia convencional

Utilizando este indicador, se evalúa el nivel de seguridad de la capacidad portante de la estructura frente a cargas horizontales.

Se calcula el coeficiente de resistencia convencional y se da la clasificación de este parámetro con el requisito de la siguiente manera:

$$q = \frac{(A + B) \cdot h}{At} \cdot Pm + Ps$$

Donde:

N = Total de pisos (número)

τ_k = Resistencia a la fuerza cortante de los paneles de mampostería (18 ton/m²)

At = Área construida

h = Altura promedio entre pisos (m)

Pm = Peso específico de mampostería (1.80 ton/m³)

Ps = Peso por la unidad de área de forjado (0.38 ton/m²)

A_x, A_y = Áreas totales resistentes de los muros (m²) en dirección de “x” y “y” respectivamente

$A = \min [A_x, A_y]$

$B = \text{máx. } [A_x, A_y]$

$$a_o = \frac{A}{At} \quad y = \frac{A}{B}$$

$$C = \frac{a_o \cdot \tau_k}{q \cdot N} \cdot \sqrt{1 + \frac{q \cdot N}{1.5 \cdot a_o \cdot \tau_k \cdot (1 + y)}}$$

$$\alpha = \frac{C}{Cr}$$

A: $a \geq 1$

B: $0.6 \leq a < 1$

C: $0.4 \leq a < 0.6$

D: $a < 0.4$

Tabla 32

Vulnerabilidad de la resistencia convencional

Cálculo de la Resistencia convencional															
Vivienda	Ax (m2)	Ay (m2)	At (m2)	h(m)	Pm (ton/m3)	Ps (ton/m2)	q	a0	y	Nº pisos	tk (ton/m2)	C	C'	α	Clasificación
1	3	3.6	120	3	1.8	0.38	0.68	0.025	0.83	1	18	0.83	0.85	1.028	A
2	3	3.6	120	3	1.8	0.38	0.68	0.025	0.83	1	18	0.83	0.85	1.028	A
3	3	3.6	120	6	1.8	0.38	0.97	0.025	0.83	2	18	0.37	0.35	0.944	B
4	2.25	3.6	42.59	3	1.8	0.38	1.12	0.053	0.63	1	18	1.03	1.05	1.017	A
5	3	3.6	120	3	1.8	0.38	0.68	0.025	0.83	1	18	0.83	0.95	1.149	A
6	3	3.6	120	6	1.8	0.38	0.97	0.025	0.83	2	18	0.37	0.35	0.944	B
7	2.25	3.6	42.59	3	1.8	0.38	1.12	0.053	0.63	1	18	1.03	1.05	1.017	A
8	3	3.6	120	6	1.8	0.38	0.97	0.025	0.83	2	18	0.37	0.35	0.944	B
9	2.25	3.6	42.59	3	1.8	0.38	1.12	0.053	0.63	1	18	1.03	1.05	1.017	A
10	2.25	3.6	42.59	3	1.8	0.38	1.12	0.053	0.63	1	18	1.03	1.05	1.017	A
11	3	3.6	120	6	1.8	0.38	0.97	0.025	0.83	2	18	0.37	0.35	0.944	B

Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación

Tabla 33

Vulnerabilidad de la posición del edificio y cimentación

Parámetro 4: Posición del edificio y cimentación		
Vivienda	Clasificación	
1	La vivienda presenta una pendiente considerable (menos del 10%).	A
2	La vivienda presenta una pendiente considerable (menos del 10%).	A
3	La vivienda presenta una pendiente considerable (menos del 10%).	A
4	La vivienda presenta una pendiente considerable (menos del 10%).	A
5	La vivienda presenta una pendiente considerable (menos del 10%).	A
6	La vivienda presenta una pendiente considerable (menos del 10%).	A
7	La vivienda presenta una pendiente considerable (menos del 10%).	A
8	La vivienda presenta una pendiente considerable (menos del 10%).	A
9	La vivienda presenta una pendiente considerable (menos del 10%).	A
10	La vivienda presenta una pendiente considerable (menos del 10%).	A
11	La vivienda presenta una pendiente considerable (menos del 10%).	A

Parámetro 5: Diafragmas Horizontales

Tabla 34

Vulnerabilidad de los diafragmas horizontales

Parámetro 5: Diafragma Horizontal		
Vivienda	Clasificación	
1	La vivienda no presenta planos en desnivel, la losa no presenta deformidad y la conexión entre muros y losas es eficaz	A
2	La vivienda no presenta planos en desnivel, la losa no presenta deformidad y la conexión entre muros y losas es eficaz	A
3	La vivienda no presenta planos en desnivel, la losa no presenta deformidad y la conexión entre muros y losas es eficaz	A
4	La vivienda no presenta planos en desnivel, la losa no presenta deformidad y la conexión entre muros y losas es eficaz	A
5	La vivienda no presenta planos en desnivel, la losa no presenta deformidad y la conexión entre muros y losas es eficaz	A
6	La vivienda no presenta planos en desnivel, la losa no presenta deformidad y la conexión entre muros y losas es eficaz	A
7	La vivienda no presenta planos en desnivel, la losa no presenta deformidad y la conexión entre muros y losas es eficaz	A
8	La vivienda no presenta planos en desnivel, la losa no presenta deformidad y la conexión entre muros y losas es eficaz	A
9	La vivienda no presenta planos en desnivel, la losa no presenta deformidad y la conexión entre muros y losas es eficaz	A
10	La vivienda no presenta planos en desnivel, la losa no presenta deformidad y la conexión entre muros y losas es eficaz	A
11	La vivienda no presenta planos en desnivel, la losa no presenta deformidad y la conexión entre muros y losas es eficaz	A

Parámetro 6: Configuración en planta

Tabla 35

Vulnerabilidad de configuración de planta

Parámetro 6: Configuración en planta					
VIVIENDA	Ancho posterior	Ancho Frontal	Longitud de Terreno	β_1	CLASIFICACIÓN
1	6	6	120	0.05	C
2	6	6	120	0.05	C
3	6	6	120	0.05	C
4	6	6	42.59	0.14087814	B
5	6	6	120	0.05	C
6	6	6	120	0.05	C
7	6	6	42.59	0.14087814	B
8	6	6	120	0.05	C
9	6	6	42.59	0.14087814	B
10	6	6	42.59	0.14087814	B
11	6	6	120	0.05	C

Parámetro 7: Configuración de la elevación

Tabla 36

Vulnerabilidad de configuración en elevación

Parámetro 7: Configuración en Elevación				
Vivienda	Elevación (T)	Altura(H)	T/H	Clasificación
1	3	3	1	A
2	3	3	1	A
3	6	6	1	A
4	3	6	0.5	B
5	3	3	1	A
6	6	6	1	A
7	3	6	0.5	B
8	6	6	1	A
9	3	3	1	A
10	3	6	0.5	B
11	6	6	1	A

Parámetro 8: Separación máxima entre muros

Tabla 37

Vulnerabilidad de separación máxima entre muros

Parámetro 8: Separación Máxima entre muros				
Vivienda	Espesor del muro (S)	Espaciamiento máximo(L)	L/S	Clasificación
1	0.15	2.8	18.7	B
2	0.15	2.8	18.7	B
3	0.15	5	33.3	D
4	0.15	5	33.3	D
5	0.15	2.8	18.7	D
6	0.15	5	33.3	D
7	0.15	5	33.3	D
8	0.15	5	33.3	D
9	0.15	2.8	18.7	B
10	0.15	5	33.3	D
11	0.15	5	33.3	D

Parámetro 9: Tipo de cubierta

Tabla 38

Vulnerabilidad de tipos de cubierta

Parámetro 9: Tipos de Cubierta		
Vivienda	Clasificación	
1	La vivienda presenta una cubierta firme amarrada a los muros de la construcción, la distancia entre las vigas es aceptable y la cubierta es losa aligerada.	A
2	La vivienda presenta una cubierta firme amarrada a los muros de la construcción, la distancia entre las vigas es aceptable y la cubierta es losa aligerada.	A
3	La vivienda presenta una cubierta firme amarrada a los muros de la construcción, la distancia entre las vigas es aceptable y la cubierta es losa aligerada.	A
4	La vivienda presenta una cubierta firme amarrada a los muros de la construcción, la distancia entre las vigas es aceptable y la cubierta es losa aligerada.	A
5	La vivienda no presenta una cubierta firme, no está correctamente conectada a los muros de la construcción, la distancia entre las vigas es aceptable y la cubierta del segundo nivel es calamina, pero está apoyada en la estructura	B
6	La vivienda no presenta una cubierta firme, no está correctamente conectada a los muros de la construcción, la distancia entre las vigas es aceptable y la cubierta del segundo nivel es calamina, pero está apoyada en la estructura	B
7	La vivienda presenta una cubierta firme amarrada a los muros de la construcción, la distancia entre las vigas es aceptable y la cubierta es losa aligerada.	A
8	La vivienda presenta una cubierta firme amarrada a los muros de la construcción, la distancia entre las vigas es aceptable y la cubierta es losa aligerada.	A
9	La vivienda presenta una cubierta firme amarrada a los muros de la construcción, la distancia entre las vigas es aceptable y la cubierta es losa aligerada.	A
10	La vivienda no presenta una cubierta firme, no está correctamente conectada a los muros de la construcción, la distancia entre las vigas es aceptable y la cubierta del segundo nivel es calamina, pero está apoyada en la estructura	B
11	La vivienda presenta una cubierta firme amarrada a los muros de la construcción, la distancia entre las vigas es aceptable y la cubierta es losa aligerada.	A

Parámetro 10: Elementos no estructurales

Tabla 39

Vulnerabilidad de los elementos estructurales

Parámetro 10: Elementos no estructurales		
Vivienda	Clasificación	
1	No presenta parapeto ni cornisas, los elementos estructurales se encuentran en buen estado	A
2	No presenta parapeto ni cornisas, los elementos estructurales se encuentran en buen estado	A
3	No presenta parapeto ni cornisas, los elementos estructurales se encuentran en buen estado	A
4	No presenta parapeto ni cornisas, los elementos estructurales se encuentran en buen estado	A
5	No presenta parapeto ni cornisas, los elementos estructurales se encuentran en buen estado	A
6	No presenta parapeto ni cornisas, los elementos estructurales se encuentran en buen estado	A
7	No presenta parapeto ni cornisas, los elementos estructurales se encuentran en buen estado	A
8	No presenta parapeto ni cornisas, los elementos estructurales se encuentran en buen estado	A
9	No presenta parapeto ni cornisas, los elementos estructurales se encuentran en buen estado	A
10	No presenta parapeto ni cornisas, los elementos estructurales se encuentran en buen estado	A
11	No presenta parapeto ni cornisas, los elementos estructurales se encuentran en buen estado	A

Parámetro 11: Estado de conservación

Tabla 40

Vulnerabilidad del estado de conservación

Vivienda	Clasificación	
1	La vivienda no presenta daños estructurales y la construcción está en un buen estado de conservación	A
2	La vivienda no presenta daños estructurales y la construcción está en un buen estado de conservación	A
3	La vivienda no presenta daños estructurales y la construcción está en un buen estado de conservación	A
4	La vivienda no presenta daños estructurales y la construcción está en un buen estado de conservación	A
5	La vivienda no presenta daños estructurales y la construcción está en un buen estado de conservación	A
6	La vivienda no presenta daños estructurales y la construcción está en un buen estado de conservación	A
7	La vivienda no presenta daños estructurales y la construcción está en un buen estado de conservación	A
8	La vivienda no presenta daños estructurales, sin embargo, el estado de conservación de la construcción es regular.	C
9	La vivienda no presenta daños estructurales, sin embargo, el estado de conservación de la construcción es regular.	C
10	La vivienda no presenta daños estructurales y la construcción está en un buen estado de conservación	A
11	La vivienda no presenta daños estructurales y la construcción está en un buen estado de conservación	A

➤ Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Sísmica

Basándose en la descripción de los parámetros del Método de Benedetti-Pretinni, se procedió al cálculo para establecer el Índice de Vulnerabilidad. Esto se logró asignando un valor a cada clasificación, el cual se multiplicó por los coeficientes de peso provistos por este método. Este proceso permitió determinar la vulnerabilidad estructural según los criterios y la metodología especificada en el Método de Benedetti-Pretinni.

Tabla 41*Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 1*

Índice de Vulnerabilidad Sísmica						
Vivienda 1		Clase Ki				Peso
Parámetros		A	B	C	D	
1	Organización del sistema resistente	0				1
2	Calidad del sistema resistente	0				0.25
3	Resistencia convencional	0				1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75
5	Diafragmas horizontales	0				1
6	Configuración en planta			25		0.5
7	Configuración en elevación	0				1
8	Separación máxima entre muros		5			0.25
9	Tipos de cubierta	0				1
10	Elementos no estructurales	0				0.25
11	Estado de conservación	0				1
TOTAL, Ki*wi						13.75

Tabla 42*Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 2*

Índice de Vulnerabilidad Sísmica						
Vivienda 2		Clase Ki				Peso
Parámetros		A	B	C	D	
1	Organización del sistema resistente		5			1
2	Calidad del sistema resistente		5			0.25
3	Resistencia convencional	0				1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75
5	Diafragmas horizontales	0				1
6	Configuración en planta			25		0.5
7	Configuración en elevación	0				1
8	Separación máxima entre muros		5			0.25
9	Tipos de cubierta	0				1
10	Elementos no estructurales	0				0.25
11	Estado de conservación	0				1
TOTAL, Ki*wi						20

Tabla 43*Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 3*

Índice de Vulnerabilidad Sísmica						
Vivienda 3		Clase Ki				Peso
Parámetros		A	B	C	D	
1	Organización del sistema resistente	0				1
2	Calidad del sistema resistente	0				0.25
3	Resistencia convencional		5			1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75
5	Diafragmas horizontales	0				1
6	Configuración en planta			25		0.5
7	Configuración en elevación	0				1
8	Separación máxima entre muros				45	0.25
9	Tipos de cubierta	0				1
10	Elementos no estructurales	0				0.25
11	Estado de conservación	0				1
TOTAL, Ki*wi						31.25

Tabla 44*Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 4*

Índice de Vulnerabilidad Sísmica						
Vivienda 4		Clase Ki				Peso
Parámetros		A	B	C	D	
1	Organización del sistema resistente		5			1
2	Calidad del sistema resistente		5			0.25
3	Resistencia convencional	0				1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75
5	Diafragmas horizontales	0				1
6	Configuración en planta		5			0.5
7	Configuración en elevación		5			1
8	Separación máxima entre muros				45	0.25
9	Tipos de cubierta	0				1
10	Elementos no estructurales	0				0.25
11	Estado de conservación	0				1
TOTAL, Ki*wi						20

Tabla 45*Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 5*

Índice de Vulnerabilidad Sísmica							
Vivienda 5		Clase Ki				Peso	Ki*wi
Parámetros		A	B	C	D		
1	Organización del sistema resistente	5				1	5
2	Calidad del sistema resistente	5				0.25	1.25
3	Resistencia convencional	0				1.5	0
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0				1	0
6	Configuración en planta	25				0.5	12.5
7	Configuración en elevación	0				1	0
8	Separación máxima entre muros	45				0.25	11.25
9	Tipos de cubierta	15				1	15
10	Elementos no estructurales	0				0.25	0
11	Estado de conservación	0				1	0
TOTAL, Ki*wi							45

Tabla 46*Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 6*

Índice de Vulnerabilidad Sísmica							
Vivienda 6		Clase Ki				Peso	Ki*wi
Parámetros		A	B	C	D		
1	Organización del sistema resistente	0				1	0
2	Calidad del sistema resistente	0				0.25	0
3	Resistencia convencional		5			1.5	7.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0				1	0
6	Configuración en planta		25			0.5	12.5
7	Configuración en elevación	0				1	0
8	Separación máxima entre muros			45		0.25	11.25
9	Tipos de cubierta		15			1	15
10	Elementos no estructurales	0				0.25	0
11	Estado de conservación	0				1	0
TOTAL, Ki*wi							46.25

Tabla 47*Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 7*

Índice de Vulnerabilidad Sísmica						
Vivienda 7		Clase Ki				Peso
Parámetros		A	B	C	D	
1	Organización del sistema resistente	5				1
2	Calidad del sistema resistente	5				0.25
3	Resistencia convencional	0				1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75
5	Diafragmas horizontales	0				1
6	Configuración en planta	5				0.5
7	Configuración en elevación	5				1
8	Separación máxima entre muros				45	0.25
9	Tipos de cubierta	0				1
10	Elementos no estructurales	0				0.25
11	Estado de conservación	0				1
TOTAL, Ki*wi						25

Tabla 48*Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 8*

Índice de Vulnerabilidad Sísmica						
Vivienda 8		Clase Ki				Peso
Parámetros		A	B	C	D	
1	Organización del sistema resistente	0				1
2	Calidad del sistema resistente	0				0.25
3	Resistencia convencional		5			1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75
5	Diafragmas horizontales	0				1
6	Configuración en planta			25		0.5
7	Configuración en elevación	0				1
8	Separación máxima entre muros				45	0.25
9	Tipos de cubierta	0				1
10	Elementos no estructurales	0				0.25
11	Estado de conservación	0				1
TOTAL, Ki*wi						31.25

Tabla 49*Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 9*

Índice de Vulnerabilidad Sísmica							
Vivienda 9		Clase Ki				Peso	Ki*wi
Parámetros		A	B	C	D		
1	Organización del sistema resistente	5				1	5
2	Calidad del sistema resistente	5				0.25	1.25
3	Resistencia convencional	0				1.5	0
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0				1	0
6	Configuración en planta	5				0.5	0
7	Configuración en elevación	0				1	0
8	Separación máxima entre muros	5				0.25	1.25
9	Tipos de cubierta	0				1	0
10	Elementos no estructurales	0				0.25	0
11	Estado de conservación	0				1	0
TOTAL, Ki*wi							7.5

Tabla 50*Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 10*

Índice de Vulnerabilidad Sísmica								
Vivienda 10		Clase Ki				Peso	Ki*wi	
Parámetros		A	B	C	D			
1	Organización del sistema resistente	5				1	5	
2	Calidad del sistema resistente	5				0.25	1.25	
3	Resistencia convencional	0				1.5	0	
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0	
5	Diafragmas horizontales	0				1	0	
6	Configuración en planta	5				0.5	2.5	
7	Configuración en elevación	5				1	5	
8	Separación máxima entre muros					45	0.25	11.25
9	Tipos de cubierta	5				1	0	
10	Elementos no estructurales	0				0.25	0	
11	Estado de conservación	0				1	0	
TOTAL Ki*wi							25	

Tabla 51

Índice de vulnerabilidad sísmica vivienda 11

Índice de Vulnerabilidad Sísmica						
Vivienda 11		Clase Ki				Peso
Parámetros		A	B	C	D	
1	Organización del sistema resistente	0				1
2	Calidad del sistema resistente	0				0.25
3	Resistencia convencional		5			1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75
5	Diafragmas horizontales	0				1
6	Configuración en planta			25		0.5
7	Configuración en elevación	0				1
8	Separación máxima entre muros				45	0.25
9	Tipos de cubierta	0				1
10	Elementos no estructurales	0				0.25
11	Estado de conservación	0				1
TOTAL, Ki*wi						31.25

Tabla 52

Índice de Vulnerabilidad Según la Escala Numérica de Benedetti y Petrini

Índice de Vulnerabilidad Según la Escala Numérica de Benedetti y Petrini		
Clase	Vulnerabilidad	Rangos Iv
A	Vulnerabilidad baja	0-95.63
B	Vulnerabilidad media a baja	95.63-191.3
C	Vulnerabilidad media a alta	191.3-286.3
D	Vulnerabilidad alta	286.3-382.5

Tabla 53

Vulnerabilidades sísmicas de las viviendas

Vulnerabilidad Sísmica	
VIVIENDA	Ki*Wi
1	13.75
2	20
3	31.25
4	20
5	45
6	46.25
7	25
8	31.25
9	7.5
10	25
11	31.25
TOTAL	296.25

De acuerdo a los cálculos nos encontramos con una vulnerabilidad de 296.25 por cual nos situamos en la **CLASE D** donde nos indica que el proyecto es de vulnerabilidad ALTA.

OBJETIVO N° 3:

- *Evaluar el comportamiento de las viviendas que se encuentran en riesgo alto, mediante el uso del software especializado ETABS.*

Para nuestro tercer objetivo, utilizaremos el software Etabs, en línea con las directrices del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), para examinar las viviendas seleccionadas como muestra de estudio. Este análisis se fundamenta en el método estático, el cual modela las fuerzas sísmicas actuando en el centro de masa de cada nivel de vivienda. Se centra específicamente en edificaciones catalogadas como estructuras regulares con una altura total que no excede los 30 metros. (NTP E.030, 2016).

Las viviendas que serán modeladas presentan un sistema de albañilería confinada y constan de uno o dos pisos en su totalidad. Estas estructuras se caracterizan por tener diafragmas rígidos y están diseñadas para uso unifamiliar. Los elementos que proporcionan resistencia a los esfuerzos sísmicos consisten en muros con espesores de 0.15 y 0.25 metros en la dirección del eje X, así como en la dirección del eje Y. Tanto las secciones de las columnas como las vigas varían en dimensiones, pero están fabricadas con el mismo material predominante: concreto armado. Además, todas las viviendas objeto de estudio cuentan con losas aligeradas de 0.20 metros de espesor.

(NTP E.030, 2016) De acuerdo con las especificaciones de carga establecidas, se aplicarán las combinaciones de cargas definidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) para este proceso de modelado. Para las viviendas que cuentan con losa aligerada, se considera una carga muerta de 300 kg/cm² debido al grosor de 0.20 metros de cada estructura modelada. Además, se añade una carga de 200 kg/cm² para los acabados y el piso de la edificación. La carga viva estipulada por la normativa para una vivienda de albañilería es de 250 kg/cm². Para estimar el peso de la estructura a analizar, se suma un 25 % de la carga viva a la carga permanente, dado que se trata de edificaciones de categoría tipo C.

Basándonos en estas consideraciones, se obtiene un cálculo detallado de la carga y el peso total para cada edificación que será modelada en el software Etabs.

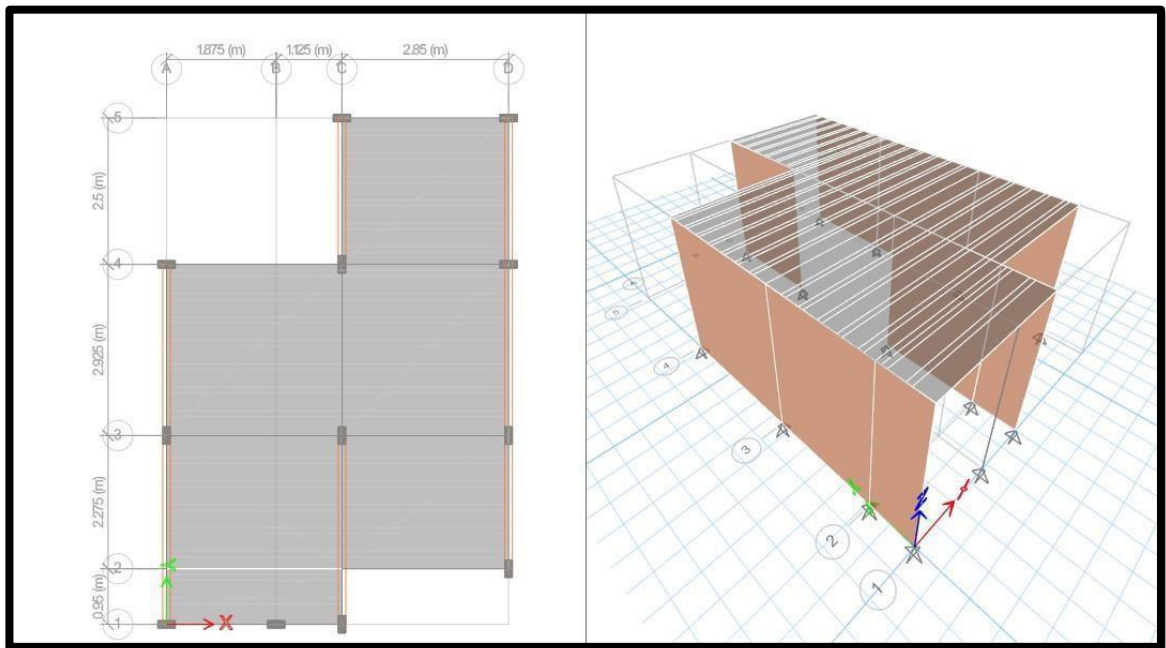


Figura 10. Vista en Etabs

Para este modelado, se toman en cuenta las combinaciones de cargas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Para las viviendas con losa aligerada, se estima una carga muerta de 300 kg/cm^2 debido al espesor de 0.20 metros de cada edificación modelada. Además, se añaden 200 kg/cm^2 correspondientes a los acabados y pisos de la edificación. La carga viva, de acuerdo con la norma para viviendas de albañilería, es de 250 kg/cm^2 . Para estimar el peso de la estructura a analizar, se calcula sumando a la carga permanente un 25% de la carga viva, ya que se consideran edificaciones de categoría tipo C. De acuerdo con lo descrito, se obtiene un metrado de carga y peso total para cada edificación a modelar en el software Etabs (NTP E.030, 2016). (NTP E.030, 2016). Para cada dirección evaluada (análisis estático en el eje X y análisis estático en el eje Y), la fuerza cortante en el primer nivel de una estructura

debe ser al menos el 80% del cortante basal total estimada mediante el método estático para estructuras regulares. De manera similar, para edificaciones consideradas irregulares, la fuerza cortante debe alcanzar o superar el 90%, conforme a lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Los desplazamientos laterales proporcionados por el programa están en función de las acciones sísmicas reducidas por el factor R. Por lo tanto, es necesario multiplicar el desplazamiento lateral obtenido mediante el modelado en Etabs 2016 por 0.75R para estructuras regulares, o por 1.0R para estructuras irregulares. De esta forma, se obtienen los desplazamientos laterales reales causados por un evento sísmico (NTP E.030, 2016).

Tabla 54

Análisis Estático - X

Z=	0.45	Ubicación Z4	Sullana - Piura
U=	1	Uso	Vivienda
S=	1.05	Factor De Suelo	
Tp=	0.6	Periodos S2	Tipo
Tl=	2		
Rx=	3	Coef. Reducción	
Ct=	60	Coef. Periodo Fundamental	
hn=	3	Altura de Edificación	
T= hn/Ct=	0.05	Periodo Fundamental	
C <= 2.5	C=2.50	Factor de Amplificación Sísmica	
OK			
C/R > = 0.125	C/R = 0.83	Ok	
VX=	56.02	Corte En La Base	1piso
80% VX	44.8182	Estructura Regular	
90% VX	50.420475	Estructura Irregular	

Tabla 55*Calculo Fuerza Inercial X*

Calculo Fuerza Inercial X				
	H Piso	P(TON)	P*Hacum	P*Hacum/S F (F. Inercial)
1er Piso	3	142.28	426.84	100% 56.02
sum=142.28			427	

Tabla 56. Análisis Estático - Y

Z=	0.45	Ubicación	Sullana - Piura Z4
U=	1	Uso	Vivienda
S=	1.05	Factor de Suelo	
Tp=	0.6	Periodos	Tipo S2
Tl=	2		
Rx=	3	Coef. Reducción	
Ct=	60	Coef. Periodo Fundamental	
hn=	3	Altura de Edificación	
T= hn/Ct=	0.05	Periodo Fundamental	
C <= 2.5	C=2.50	Factor de Amplificación Sísmica	
OK			
C/R > = 0.125	C/R = 0.83	Ok	
VX=	56.02	Corte En La Base	1piso

80% VX 44.8182 ESTRUCTURA REGULAR
90% VX 50.420475 ESTRUCTUR IRREGULAR

Tabla 57*Calculo Fuerza Inercial Y*

Calculo Fuerza Inercial Y				
	H Piso	P(TON)	P*Hacum	P*Hacum/S F (F. Inercial)
1er Piso	3	142.28	426.84	100% 56.02
sum=142.28			427	

En esta investigación se diagnostican la vulnerabilidad, el peligro sísmico y el riesgo sísmico, clasificados en rangos de alto, medio y bajo, para cada una de las viviendas

evaluadas. La vulnerabilidad se considera alta en el 100% de las edificaciones encuestadas, indicando que todas las viviendas presentan una condición de alta vulnerabilidad. Además, dado que todas las viviendas se encuentran en la misma zona sísmica, están construidas sobre un perfil de suelo similar y se ubican en una topografía idéntica, el peligro sísmico se clasifica como de rango medio. Asimismo, el riesgo sísmico se determina otorgando una incidencia del 50% tanto a la vulnerabilidad como al peligro sísmico. En consecuencia, se concluye que el 100% de las viviendas analizadas se encuentra en un rango de alto riesgo sísmico.

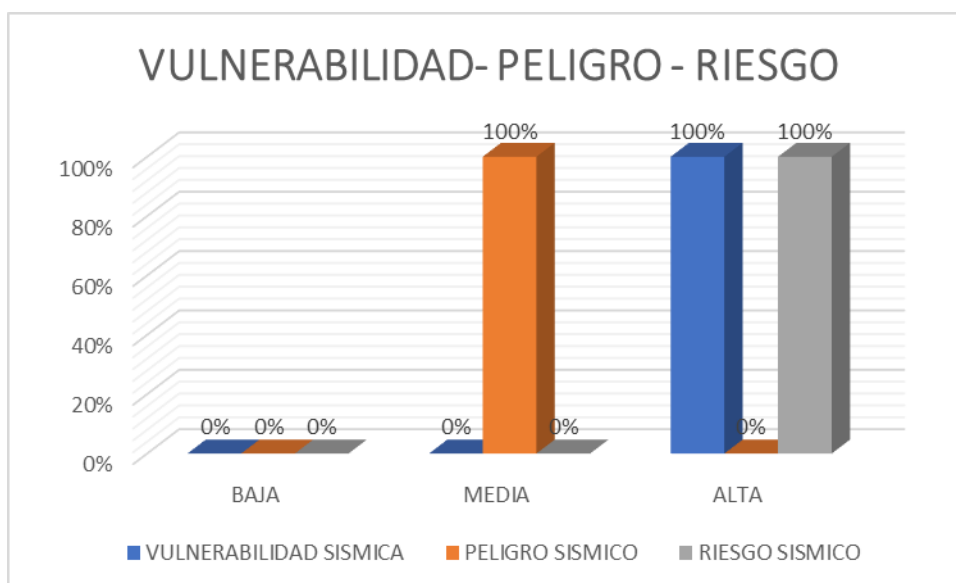


Figura 11. Vulnerabilidad peligro riesgo

Se detallan los resultados obtenidos en relación con el desplazamiento del centro de masa y los desplazamientos máximos relativos de entrepiso (derivas), utilizando el software Etabs 2016 y una hoja de cálculo en Excel, de acuerdo con las normativas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

En la imagen a continuación, se observa un mayor desplazamiento (en milímetros) en la dirección de análisis X para cada una de las edificaciones estudiadas.

Tabla 58

Desplazamiento del Centro de Masa (mm)

Desplazamiento del Centro de Masa (mm)		
Vivienda	UX	UY
1 - 1 1	18.53	0.275

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En esta sección, se examinan los límites de la distorsión de entrepisos (derivas) en viviendas, según lo estipulado por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Dado que las edificaciones analizadas son principalmente de albañilería, las derivas calculadas deben ser inferiores al valor adimensional de 0.005.

Tabla 59*Desplazamientos Máximos Entrepisos (mm)*

Desplazamientos Máximos Entrepisos (mm)					
Vivienda	DRIFT ETABS		Coeficiente Factor		Distorsión Max.
	X	Y	UX	UY	
1-11	0.00557	0.000084	8	3	0.005

En la siguiente representación se puede observar que los valores máximos de desplazamiento de entrepisos (derivas) para cada nivel de las edificaciones estudiadas no superan el valor adimensional de 0.005 establecido para construcciones de albañilería.

ANALISIS Y DISCUSION

La inspección técnica en la Urbanización Las Colinas del Chira reveló importantes deficiencias en las viviendas, como grietas en paredes, problemas de humedad y ventilación, y fallas en la cimentación e instalaciones. Estos problemas reflejan las características comunes de la construcción informal, que a menudo carece de supervisión técnica y no sigue estándares adecuados. La tesis sobre Construcción informal y vulnerabilidad sísmica en el Asentamiento Humano 4 De noviembre resalta cómo estas deficiencias aumentan la vulnerabilidad sísmica de las viviendas. Las fallas en la cimentación y la estructura exponen a las viviendas a mayores riesgos durante eventos sísmicos. Para mitigar estos riesgos, es crucial mejorar las regulaciones de construcción y capacitar a los constructores en técnicas adecuadas, lo que podría mejorar significativamente la calidad de las viviendas y reducir su vulnerabilidad sísmica.

La evaluación del comportamiento sísmico de viviendas en riesgo alto, realizada con ETABS, muestra que las fuerzas cortantes basales son significativamente mayores en la dirección Y (17.57009) que en la dirección X (6.459301). Esto indica un mayor riesgo de daño en la dirección Y. Para mitigar este riesgo, es esencial reforzar la estructura y mejorar el diseño en esa dirección. Este análisis es relevante también para la tesis sobre la ****vulnerabilidad estructural de la Institución Educativa Ann Goulden****, ya que la institución podría enfrentar riesgos similares si presenta un patrón de carga desbalanceado. Por lo tanto, es crucial realizar un análisis detallado en la institución y aplicar refuerzos estructurales adecuados para mejorar la seguridad sísmica, protegiendo a los ocupantes y reduciendo el riesgo de daños durante un sismo. La evaluación del comportamiento sísmico de viviendas en riesgo alto, realizada con ETABS, muestra que las fuerzas cortantes basales son significativamente mayores en la dirección Y (17.57009) que en la dirección X (6.459301). Esto indica un mayor riesgo de daño en la dirección Y. Para mitigar este riesgo, es esencial reforzar la estructura y mejorar el diseño en esa dirección. Este análisis es relevante también para

la tesis sobre la vulnerabilidad estructural de la Institución Educativa Ann Goulden, ya que la institución podría enfrentar riesgos similares si presenta un patrón de carga desbalanceado. Por lo tanto, es crucial realizar un análisis detallado en la institución y aplicar refuerzos estructurales adecuados para mejorar la seguridad sísmica, protegiendo a los ocupantes y reduciendo el riesgo de daños durante un sismo.

La evaluación de vulnerabilidad sísmica mediante el método Benedetti-Petrini, que arrojó un índice de 296.25, revela un nivel considerable de riesgo en las viviendas analizadas. Este alto índice subraya la necesidad de implementar medidas de refuerzo estructural para mitigar los riesgos sísmicos y proteger la integridad de las viviendas. En el contexto de la tesis sobre "Construcción informal y vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano 4 de noviembre – Sullana, Piura", se observa que la construcción informal contribuye significativamente a la vulnerabilidad sísmica. La falta de regulación y control en la construcción informal resulta en viviendas con deficiencias estructurales, lo que intensifica el riesgo sísmico. Por lo tanto, el alto índice de vulnerabilidad encontrado en el análisis destaca la urgencia de fortalecer la regulación en la construcción y aplicar medidas preventivas y correctivas para mejorar la seguridad sísmica de las viviendas en estos asentamientos.

CONCLUSIONES

La inspección técnica realizada en las viviendas de la Urbanización Las Colinas del Chira, ADUS Sullana-Piura, en 2023, ha permitido identificar diversas diferencias y fallas en las construcciones. Los principales hallazgos incluyen la presencia de grietas significativas en paredes, problemas de humedad y ventilación, así como deficiencias en la cimentación y en las instalaciones.

La evaluación del comportamiento de las viviendas en riesgo alto, utilizando el software ETABS, revela que las fuerzas cortantes basales en las direcciones X e Y son 6.459301 y 17.57009, respectivamente. Estos resultados indican una mayor carga sísmica en la dirección Y en comparación con la dirección X. La diferencia en las cortantes basales sugiere que las viviendas enfrentan un mayor riesgo de daño en la dirección Y. Es crucial abordar estas discrepancias mediante refuerzos estructurales y mejoras en el diseño para mitigar el riesgo sísmico y asegurar la estabilidad de las viviendas en zonas de alto riesgo.

La aplicación de los parámetros del método Benedetti-Petrini para evaluar la vulnerabilidad de las viviendas, mediante encuestas y fichas técnicas, ha dado como resultado un índice de vulnerabilidad de 296.25. Este índice sugiere un nivel considerable de vulnerabilidad sísmica en las viviendas evaluadas. Es crucial implementar medidas de refuerzo estructural y mejorar los aspectos identificados como críticos para reducir el riesgo sísmico y proteger la integridad de las viviendas frente a posibles eventos sísmicos.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar reparaciones en las grietas de las paredes, mejorar la ventilación y resolver problemas de humedad, reforzar la cimentación donde sea necesario, y actualizar las instalaciones eléctricas y sanitarias para cumplir con las normativas locales. Estas medidas son esenciales para garantizar la seguridad, estabilidad y confort de las viviendas en la Urbanización Las Colinas del Chira.
2. Se recomienda implementar refuerzos estructurales adicionales en las viviendas, especialmente en la dirección Y, donde se observa una mayor carga sísmica. Esto puede incluir el refuerzo de paredes, la adición de columnas y vigas adicionales, y la mejora de la cimentación. Además, se debe revisar y actualizar el diseño estructural para equilibrar las cargas en ambas direcciones y reducir el riesgo de daño. Estas acciones ayudarán a mejorar la estabilidad de las viviendas y a mitigar el riesgo sísmico en áreas de alto riesgo.
3. Se recomienda implementar un plan de refuerzo estructural para las viviendas con un índice de vulnerabilidad de 296.25. Este plan debería incluir la mejora de los elementos estructurales críticos identificados, como refuerzo de paredes, estabilización de cimientos y actualización de conexiones estructurales. También es aconsejable realizar una revisión detallada de los diseños y materiales utilizados, y llevar a cabo capacitaciones para los residentes sobre medidas de seguridad sísmica. Estas acciones ayudarán a reducir el riesgo sísmico y a proteger la integridad de las viviendas frente a futuros eventos sísmicos.

REFERENCIAS FOTOGRAFICAS

- Abanto Valdivia, S., & Cárdenas Cruz, D. J. (2016). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti - Petrini en las instituciones educativas del Centro Histórico de Trujillo, Provincia de Trujillo, Región La Libertad*. Universidad Privada Antenor Orrego. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/2056>
- Alania Campos, A. L. (2018). *Análisis de Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas de Adobe de dos Niveles existentes en el Distrito de Matucana - 2018*. Universidad César Vallejo. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/23943>
- Arévalo Casas, Allan Stewart. (2020). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en el A.H. San José, distrito de San Martín de Porres. Lima*. Universidad de Ciencias Aplicadas. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10757/648665>
- Bazán Arbildo, J. E. (2017). *Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7630>
- Córdova Morales, B. (2022). *Estudio de la vulnerabilidad estructural de la Institución Educativa Ann Goulden del distrito de Piura, provincia y departamento de Piura 2022*. Universidad Nacional de Piura. Recuperado de: <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3580>
- Chumpitaz Bustamante, R. D. (2018). *Vulnerabilidad sísmica en viviendas informales en el centro poblado de Manzanares, Distrito de Huacho 2018*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Recuperado de: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/3697>
- Cajan Hernandez, N., & Falla Lecca, X. (2020). *Vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti -Petrini de las edificaciones categoría C descritas en la norma E.030 de nueve sectores de la ciudad de Requena, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque*. Universidad de San Martín de Porres. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12727/7467>
- Criado-Rodríguez, D. M., Pacheco-Vergel, W. A., & Afanador-García, N. (2020).

- Vulnerabilidad sísmica de centros poblados: estudio de caso. Cali- Colombia. *Revista Ingenio*. 17, 1. P.43–48. Recuperado de: <https://doi.org/10.22463/2011642X.2441>.
- Díaz, I. A. (2020). *Construcción informal y vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada en el Asentamiento Humano 4 De noviembre –Sullana, Piura*. Universidad César Vallejo. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/71611>
- Enríquez Ortiz, P., & Villegas Núñez, N. G. (2021). *Vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada en la Urbanización López Albújar - Sullana, Piura - 2021*. Universidad César Vallejo. Recuperado de: <https://www.doccity.com/fr/docs/referenciasreferencias-3/8678986/>
- Etecé, E. (2023). Geografía. Recuperado de: <https://etece.com/>
- Guzmán Lázaro, Y. M., & Torres Panduro, M. (2022). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio de cinco niveles utilizando Sap2000 y Cypecad en Cusco Perú- 2022*. Cusco. Universidad César Vallejo. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/97248>
- INDECI. (2006). *Manual básico para la estimación de riesgo*. Recuperado de: <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Amb-106.pdf>
- INDECI. (2006). Manual básico para la estimación del riesgo, unidad de estudios y evaluación de riesgos (UEER).
- Laucata Luna, J. (2021). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/4967>
- Loja Suárez, W. X., & González López, J. A. (2019). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas populares asentadas en cerros y en el sur de la ciudad de Guayaquil*. Escuela Superior Técnica del Litoral. Recuperado de: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51469>
- Montes Calderón, K. M., & Paredes Julca, I. (2019). *Análisis de la vulnerabilidad geotécnica-sísmica en edificaciones del casco urbano, distrito de La Unión - departamento de Piura - provincia de Piura*. Universidad Privada Antenor Orrego. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5542>

- Sánchez, F. V. (1994). *Los terremotos y sus causas*. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2767747>
- Román Salinas, S. E. (2009). *Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas de Albañilería de Bloques de Hormigón del Norte de Chile*. Universidad de Chile. Recuperado de: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103564>
- Santos Quispe, D. J. (2017). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca en el 2017. Chilca- Huancayo*. Universidad Continental. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/6924>
- Medina Sierra, W. A., Echeverría Rojas, J. J., & Monroy Botia, M. A. (2021). *Aplicación del método de índice de vulnerabilidad (Benedetti yPetrini) para evaluación de edificaciones de mampostería no reforzada en el barrio Surinama. Tunja - Colombia*. Universidad Santo Tomas. Recuperado de: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/33800>
- Noel Vargas, J. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano para determinar el riesgo sísmico en las viviendas de adobe de la quinta los Virreyes del Rímac*. Universidad San Martin de Porres. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12727/5985>
- NTP E.030. (2016). *Diseño sismorresistente*. Recuperado de: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686410/E.030%20Dise%C3%B1o%20Sismo%20resistente.pdf>
- Pingo León, W. J. (2021). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano del índice de vulnerabilidad de las viviendas de adobe del caserío de Manga manguilla, Morropón, Piura,2021*. Universidad Nacional de Piura. Recuperado de: <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/4586>
- Pino Jacay, J. R. (2021). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica y mitigación de desastres en la ladera de la zona turística de Yura, provincia de Arequipa*. Universidad Tecnológica del Perú. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/4412>
- Rojas, C. C. (2017). *Seminario de promoción de la normatividad para el diseño y construcción de edificaciones seguras*. Recuperado de: [https://www.academia.edu/25521542/SEMINARIO_DE_PROMOCI%C3%93N_DE_LA_NORMATIVIDAD_PARA_EL_DISE%C3%91O_Y_CONSTRUCCI%](https://www.academia.edu/25521542/SEMINARIO_DE_PROMOCI%C3%93N_DE_LA_NORMATIVIDAD_PARA_EL_DISE%C3%91O_Y_CONSTRUCCI%20)

C3%93N DE EDIFICACIONES SEGURAS

Sánchez Calvillo, A. (2021). *La vulnerabilidad sísmica de la vivienda vernácula de adobe en México: análisis constructivo y caracterización material para su conservación*. México. Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/365727077_La_vulnerabilidad_sismica_de_la_vivienda_vernacula_de_adobe_en_Mexico_analisis_constructivo_y_caracterizacion_material_para_su_conservacion

Sánchez Calvillo, A., Alonso Guzmán, E. M., & López Núñez, M. (2021). Vulnerabilidad sísmica y la pérdida de la vivienda de adobe en Jojutla, Morelos, México, tras los sismos de 2017. Morelos- México. Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo. Recuperado de: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-continental/contabilidad-basica/articulo7-2021-vulnerabilidad/80328654>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz Operacional

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Vulnerabilidad Sísmica	Se refiere a la posibilidad de que los elementos estructurales de un edificio o estructura se vean afectados o dañados por las fuerzas ejercidas en ellos y actuando en conjunto con otras cargas presentes en dicha estructura (Espinoza,2019)	La vulnerabilidad se refiere a la baja durabilidad de un edificio al cuantificar el tipo de daño estructural, mal funcionamiento y durabilidad de la estructura. (Espinoza,2019)	Situación Actual	Estado de Conservación
				Sistema Constructivo
				Ubicación
				Capacidad Portante Del Suelo
			Vulnerabilidad Sísmica	Parámetros Benedetti Pretini

Anexo 2: **Matriz de consistencia**

“Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas Construidas aplicando la metodología de Benedetti Pretinni en la Urb. Las Colinas del Chira ADUS Sullana-Piura,2023”				
PROBLEMA	VARIABLE	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL		OBJETIVO GENERAL		
¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de las Viviendas Construidas en la Urbanización Las Colinas del Chira ADUS Sullana-Piura 2023?	V U L N E R A B I L I D A D	Determinar la Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas Construidas aplicando la metodología de Benedetti Pretinni en la Urb. Las Colinas del Chira ADUS Sullana-Piura,2023	Si se aplica el método italiano entonces se determinaría el nivel de las viviendas ubicadas en el Distrito de Sullana.	Tipo de investigación: Aplicada – descriptiva
<u>PROBLEMAS ESPECIFICOS</u>		<u>OBJETIVOS ESPECIFICOS</u>		Diseño de investigación: Experimental
¿Cuáles son las diferencias o fallas en las construcciones mediante una inspección técnica para las Viviendas Construidas en la Urbanización Las Colinas del Chira ADUS Sullana-Piura 2023?		Evaluar las diferencias o fallas en las construcciones mediante una inspección técnica para las Viviendas Construidas en la Urbanización Las Colinas del Chira ADUS Sullana-Piura 2023		La población en estudio es Asociación Para el Desarrollo Urbano de Sullana (ADUS) la manzana M, N, Q, R y L con una cantidad de lotes de 242. Y la muestra es de 11 viviendas.
¿Cuáles son los Parámetros del método Benedetti Pretinni para determinar la vulnerabilidad a las viviendas, aplicando los instrumentos del método, encuestas y/o fichas técnicas?		Aplicar los Parámetros del método Benedetti Pretinni para determinar la vulnerabilidad a las viviendas, aplicando los instrumentos del método, encuestas y/o fichas técnicas.		Se emplearon distintas técnicas , como la observación, el procesamiento de información y el análisis en este estudio. Además, se consideraron estudios de suelos para comprender las propiedades del terreno en la zona de estudio. Los instrumentos de investigación utilizados fueron las fichas de observación y recolección de datos conforme al formato establecido por la metodología empleada
¿Cuál es el comportamiento de las viviendas que se encuentran en riesgo alto, mediante el uso del software especializado ETABS?		Evaluar el comportamiento de las viviendas que se encuentran en riesgo alto, mediante el uso del software especializado ETABS.		

Anexo 3: Ficha de Observación 1- Información Preliminar

INFORMACION PRELIMINAR					
FICHA DE OBSERVACION N°1					
ENCUESTADOR:	Johann Villegas Ruiz				
MUESTRA:					
DATOS GENERALES					
UBICACIÓN	urb. las colinas del chira-Adus				
DEPARTAMENTO:	PIURA	PROVINCIA:	SULLANA	DISTRITO:	SULLANA
PROPIETARIO:					
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA VIVIENDA					
N°PISOS:	uno				
TIPO DE FACHADA:	TARRAJEADO ☐ PINTURA ☐ LADRILLO ☐ MAYOLICA (☐)				
TIPO DE VIVIENDA:	ALBAÑILERIA ☐ ADOBE (☐) MADERA (☐) DRYWALL (☐)				
ASESORAMIENTO TECNICO O PROFESIONAL:	SI (☐) NO ☐				
TIPO DE SUELO					
AREA CONSTRUIDA		ANCHO POSTERIOR			
AREADE TERRENO		ANCHO FRONTAL			
ALTURA DE VIVIENDA		LONGITUD DE TERRENO			

Anexo 4: Ficha de Observación 2- Metodología Benedetti Pretinni

FICHA DE OBSERVACION N°2				
METODOLOGIA BENEDETTI PETRINI				
ENCUESTADOR:				
MUESTRA :				
PROPIETARIO				
PARAMETRO 1: ORGANIZACION DEL SISTEMA RESISTENTE				
AMARRE DE LAS VIGAS Y MUROS PORTANTES	A	COMPORTAMIENTO TIPO CAJON	B	PRESENTA UN CORRECTO AMARRE ENTRE VIGAS Y MUROS EN TODAS SUS PLANTAS
	C	NO PRESENTA UN CORRECTO AMARRE ENTRE VIGAS Y MUROS EN TODAS SUS PLANTAS	D	EL AMARRE ES INCORRECTO, NO PAREDES ORTOGONALES
ASESORAMIENTO Y NORMA	A	ASESORAMIENTO PROFESIONAL O TECNICO, SU DISEÑO CUMPLE CON LA NORMATIVA	B-C-D	ASESORAMIENTO PROFESIONAL O TECNICO, SU DISEÑO CUMPLE CON LA NORMATIVA
PARAMETRO 2: CALIDAD DEL SISTEMA RESISTENTE				
CARACTERISTICAS DE LOS MUROS PORTANTES		LADRILLO MACIZO		LADRILLO KING KONG
		LADRILLO PORTANTE		NO HOMOGENEIDAD
JUNTAS DE MORTERO EN MUROS		MENOS DE 1 CM O MAS DE 1.5 CM		DE 1 CM A 1.5 CM
VERTICALIDAD EN MUROS		SI		NO
PARAMETRO 3: RESISTENCIA CONVENCIONAL				
PARAMETRO 4: POSICION DEL EDIFICIO Y CIMENTACION				
A	PENDIENTE MENOR O IGUAL AL 10%		C	PENDIENTE ENTRE 30% Y 50%
B	PENDIENTE ENTRE 10% Y 30%		D	PENDIENTE MAYOR A 50%
PARAMETRO 5: DIAFRAGMA HORIZONTAL				
PLANOS A DESNIVEL DEL DIAFRAGMA		SI NO		
DEFORMABILIDAD DEL DIAFRAGMA		DESPRECIABLE CONSIDERABLE		
CONEXION ENTRE DIAFRAGMA Y MUROS		EFICAZ MALO		
PARAMETRO 6: CONFIGURACION EN PLANTA				
TIPO REGULAR		TIPO IRREGULAR		
a=	L=	=	b=	L=
	β1=		β1=	β2=
PARAMETRO 7: CONFIGURACION DE LA ELEVACION				
CONTINUIDAD ESTRUCTURAL		SI NO		
ELEVACION (I)		ALTURA EDIFICIO (H):		
PARAMETRO 8: SEPARACION MAXIMA ENTRE MUROS				
ESPESOR MURO (S)		ESPACIAMIENTO MAXIMO (L)		
PARAMETRO 9: TIPOS DE CUBIERTA				
TIPO CUBIERTA	LOSA ALIGERADA ()		DRYWALL () CALAMINAS ()	
AMARRE CUBIERTA	AMARRADA CONTORNILLOS Y ALAMBRES A LOS MUROS		CUBIERTA INESTABLE MAL AMARRADA CONTORNILLO Y ALAMBRE	
PARAMETRO 10: ELEMENTOS ESTRUCTURALES				
A	EDIFICIO SIN PARAPETOS NI CORNISAS			
B	EDIFICIO SIN PARAPETOS CON CORNISAS CONECTADAS A LA PARED			
C	EDIFICIO CON ELEMENTOS DE PEQUEÑA DIMENSION MAL VINCULADAS A LA PARED			
D	EDIFICIO QUE PRESENTA OTRO TIPO DE ELEMENTO EN EL TECHO MAL VINCULADO A LA ESTRUCTURA			
PARAMETRO 11: ESTADO DE CONSERVACION				
A	BUEN ESTADO			
B	REGULAR ESTADO			
C	MAL ESTADO			

Anexo 5: Panel Fotográfico

Características de las Viviendas por tipo de Fachada



Fachada de una vivienda de cemento pulido



Fachada de vivienda con cemento pulido y puertas metálicas



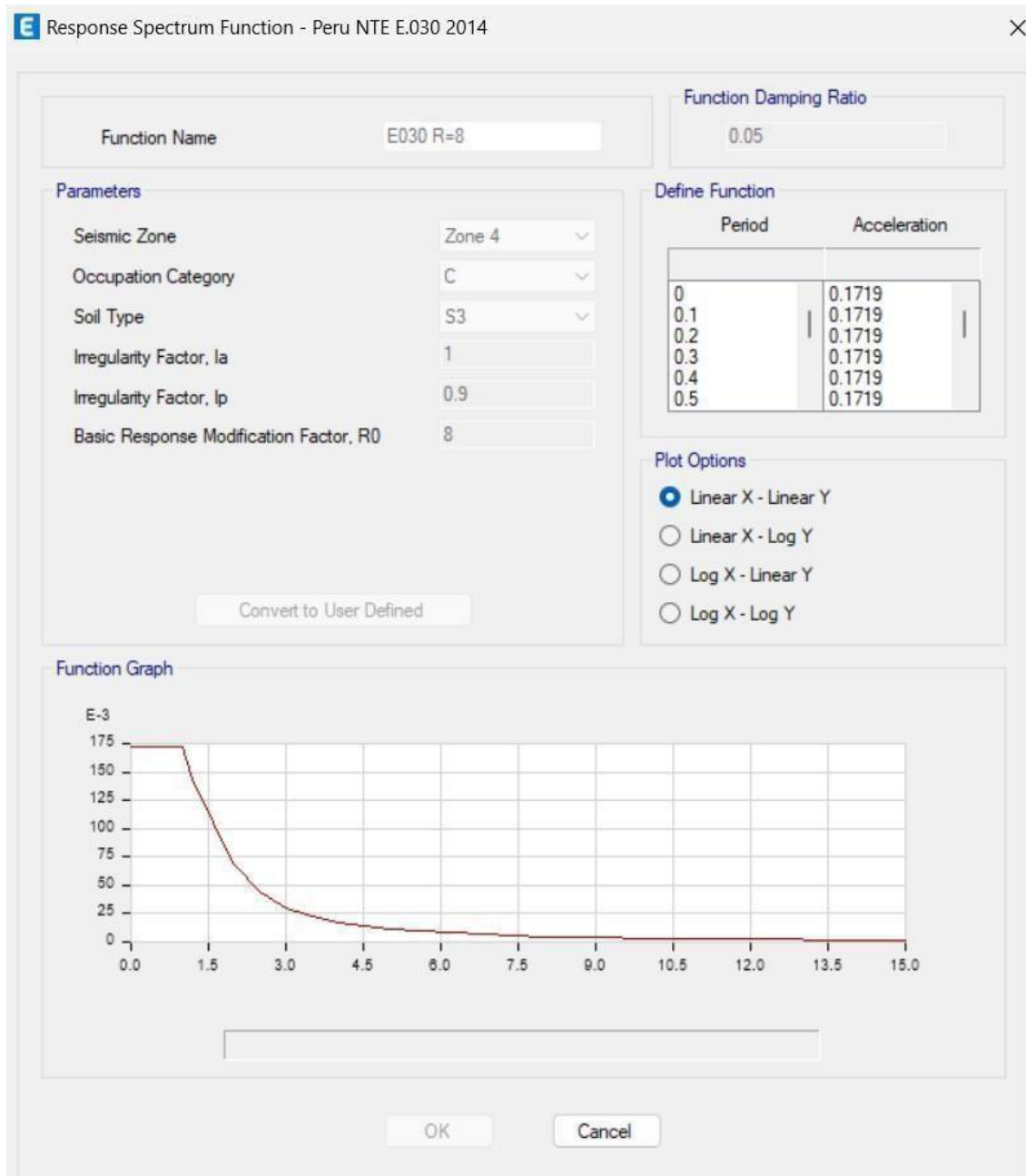
Fachada en mal estado con rejas oxidadas



Vivienda de 2 pisos sin terminar, con mayólica y puerta metálica

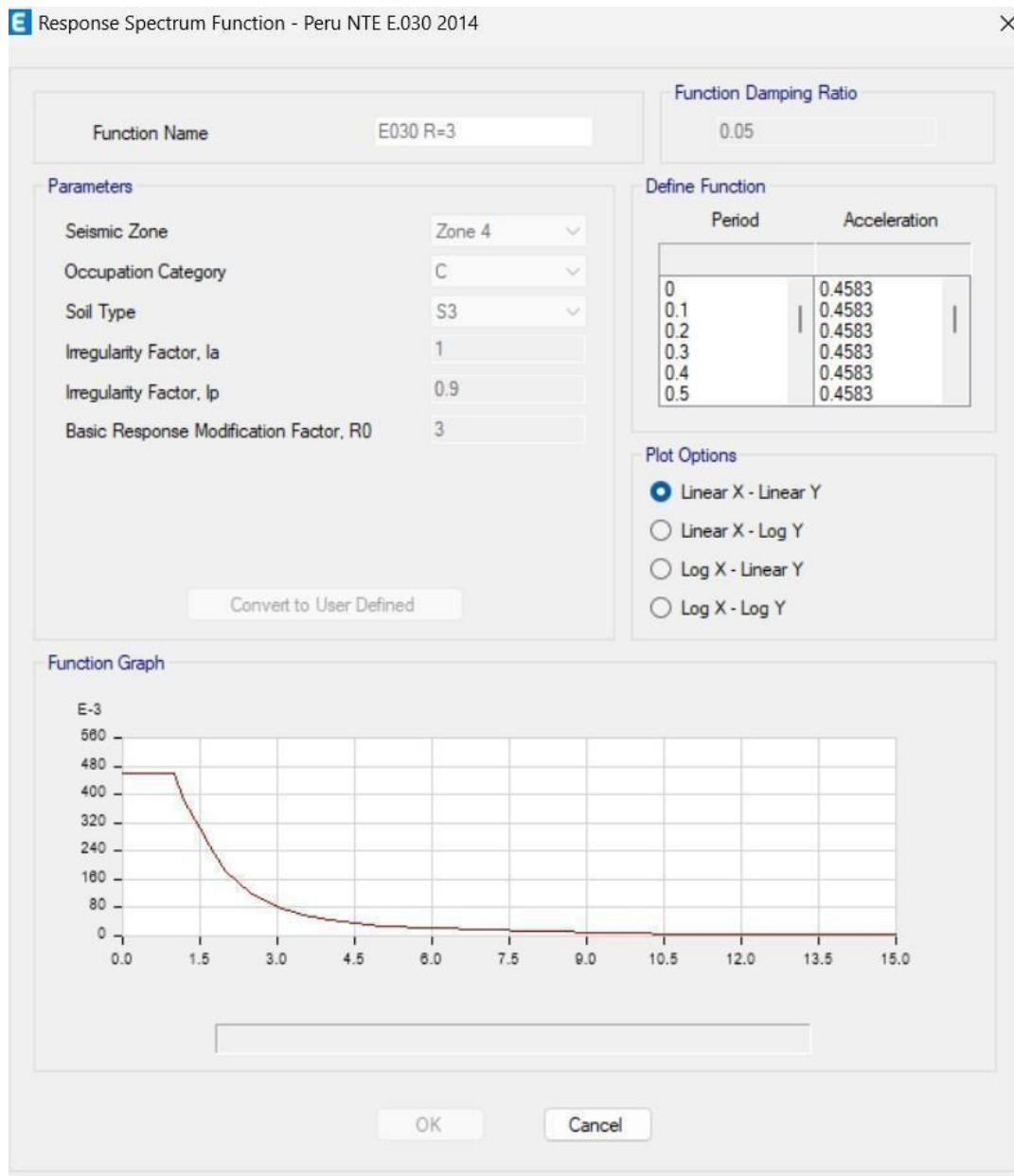
Anexo 6 : Software ETABS

1. Espectro en dirección X.



Interpretación: Espectro en dirección X: muestra la respuesta sísmica de la estructura en el eje X, evaluando cómo se distribuyen fuerzas y desplazamientos en los modos de vibración durante un sismo.

2. Espectro en dirección Y



Interpretación: Espectro en dirección Y: representa la respuesta sísmica de la estructura en el eje Y, analizando la distribución de fuerzas y desplazamientos en los modos de vibración durante un sismo.

3. Masa sísmica

Model Explorer

- Model
- Display
- Table
- Reports

Plan View - Story1 - Z = 3.33 (m)

Centers Of Mass And Rigidity

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: None

Story	Diaphragm	Mass X tonf-s ² /m	Mass Y tonf-s ² /m	XCM m	YCM m	Cum Mass X tonf-s ² /m	Cum Mass Y tonf-s ² /m	XCCM m	YCCM m
Story1	D1	3.38156	3.38156	3.0856	3.9819	3.38156	3.38156	3.0856	3.9819

Interpretación: es la parte de la masa de la estructura que influye en su respuesta durante un sismo, afectando cómo se generan y distribuyen las fuerzas inerciales.

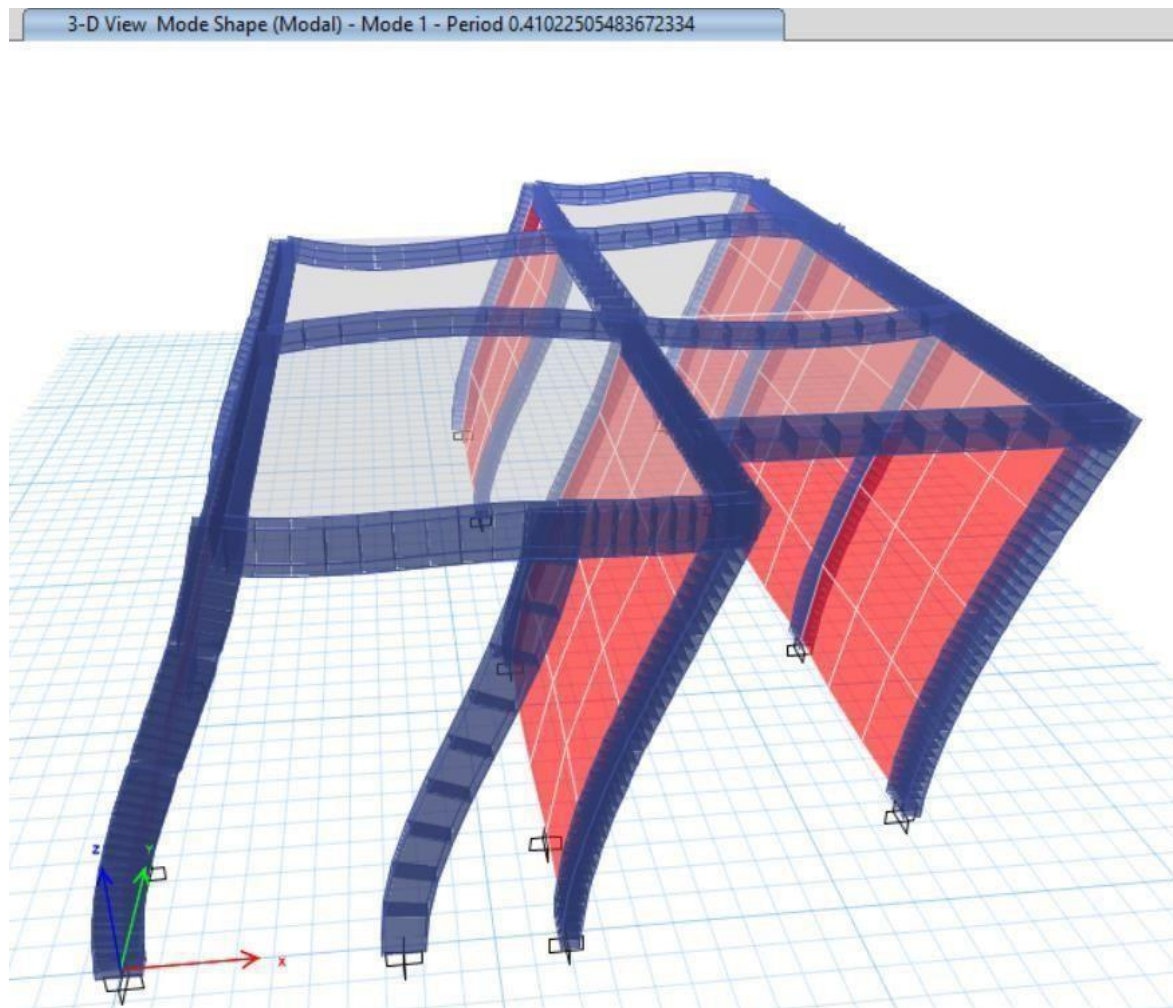
Fuente: Elaboración propia, 2023.

4. Tabla de modos de vibración

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.41	0.8836	0	0	0.8836	0	0	0	0.3542	0	0	0.3542	0
Modal	2	0.081	0.0181	0	0	0.9018	0	0	0	0.0982	0.0008	0	0.4524	0.0008
Modal	3	0.08	0.0162	0	0	0.918	0	0	0	0.0069	0.0004	0	0.5393	0.0011
Modal	4	0.063	0.0167	2.027E-06	0	0.9347	2.043E-06	0	9.805E-07	0.0928	0.0089	9.88E-07	0.6321	0.01
Modal	5	0.062	0.0184	2.674E-06	0	0.953	4.718E-06	0	1.295E-06	0.1018	0.0078	2.283E-06	0.7339	0.0179
Modal	6	0.059	0.0002	0.0025	0	0.9532	0.0025	0	0.0012	0.0011	0.9211	0.0012	0.735	0.939
Modal	7	0.055	0.0146	5.812E-07	0	0.9678	0.0025	0	0	0.0829	0.0062	0.0012	0.8179	0.9452
Modal	8	0.054	0.0161	0	0	0.9839	0.0025	0	0	0.091	0.0062	0.0012	0.9089	0.9515
Modal	9	0.054	0.0161	5.627E-07	0	1	0.0025	0	0	0.091	0.0061	0.0012	0.9999	0.9576
Modal	10	0.045	0	0.9254	0	1	0.928	0	0.2814	0	0.0026	0.2826	0.9999	0.9602
Modal	11	0.04	1.195E-05	0	0	1	0.928	0	0	0.0001	0.0005	0.2826	1	0.9607
Modal	12	0.04	0	0	0	1	0.928	0	0	2.014E-06	0.0006	0.2826	1	0.9613

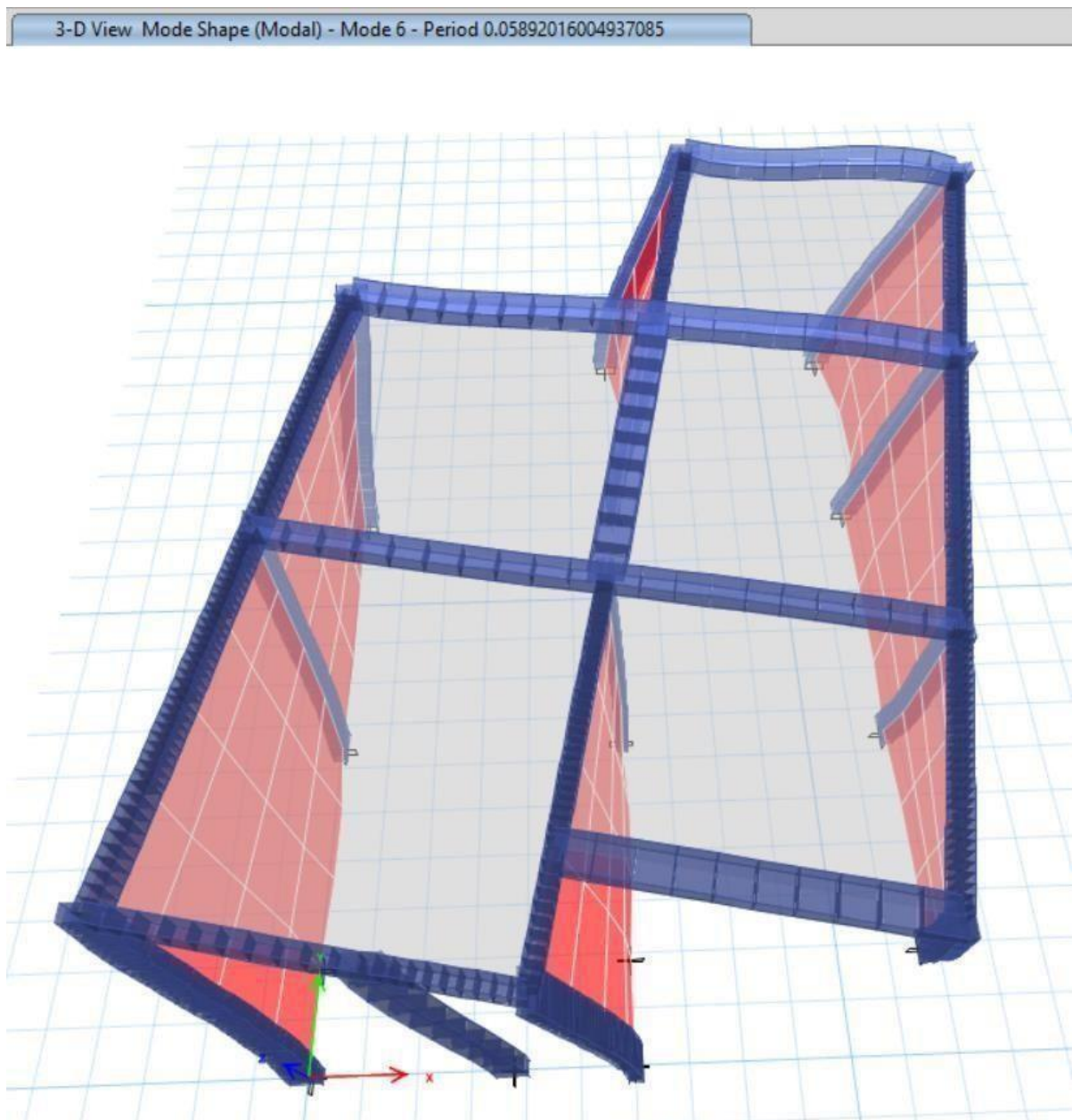
Interpretación: muestra cómo vibra la estructura en diferentes modos, con sus frecuencias, períodos y participación de masa en las direcciones X, Y y Z, para evaluar su respuesta sísmica.

4.1. Modo de vibración 1, dirección X



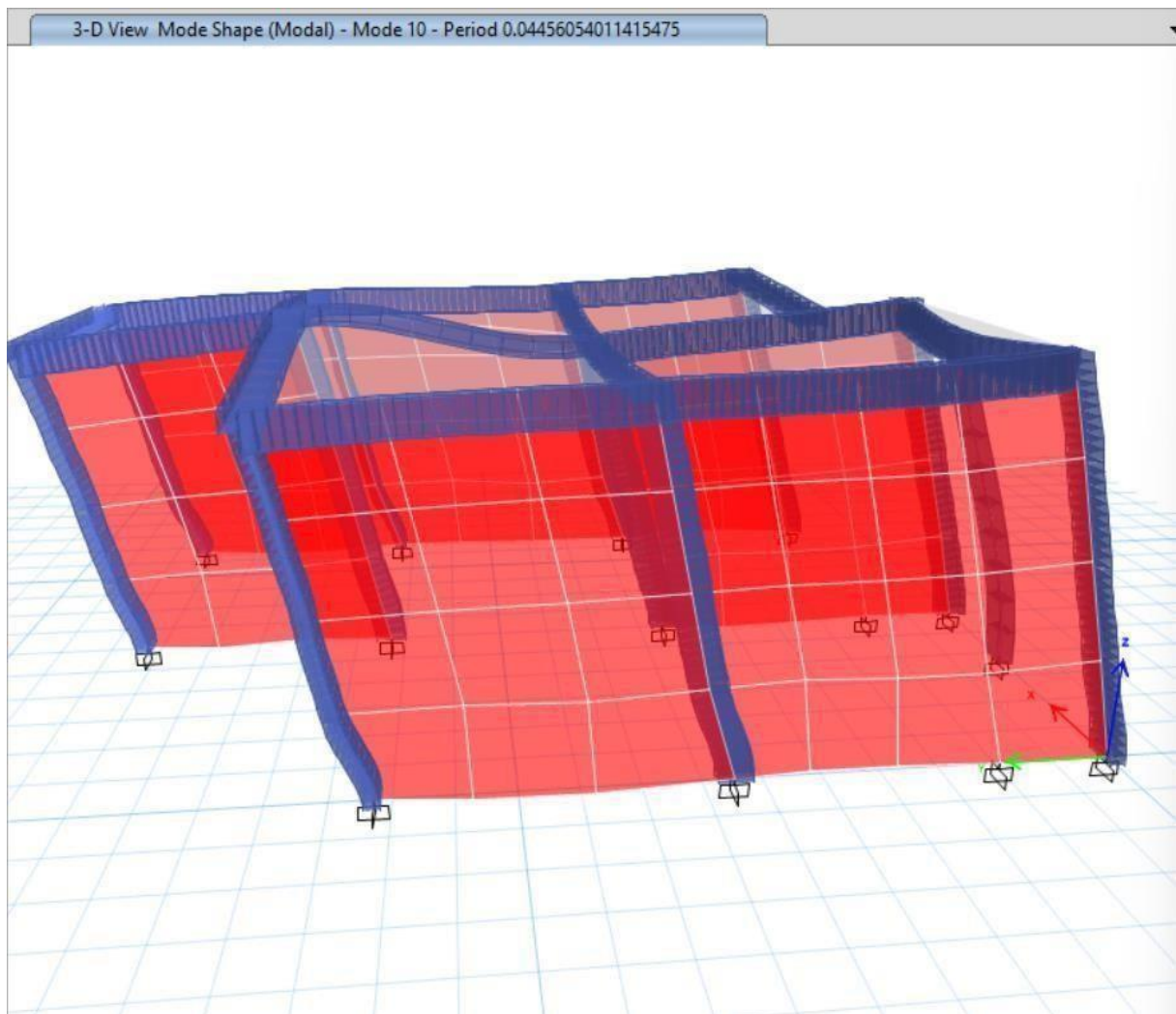
Interpretación: representa el primer modo en el que la estructura vibra principalmente a lo largo del eje X. Este modo suele ser el más significativo, ya que generalmente tiene el mayor período (vibración más lenta) y contribuye con una gran parte de la respuesta sísmica en esa dirección.

4.2. Modo de vibración 6, rotacional.



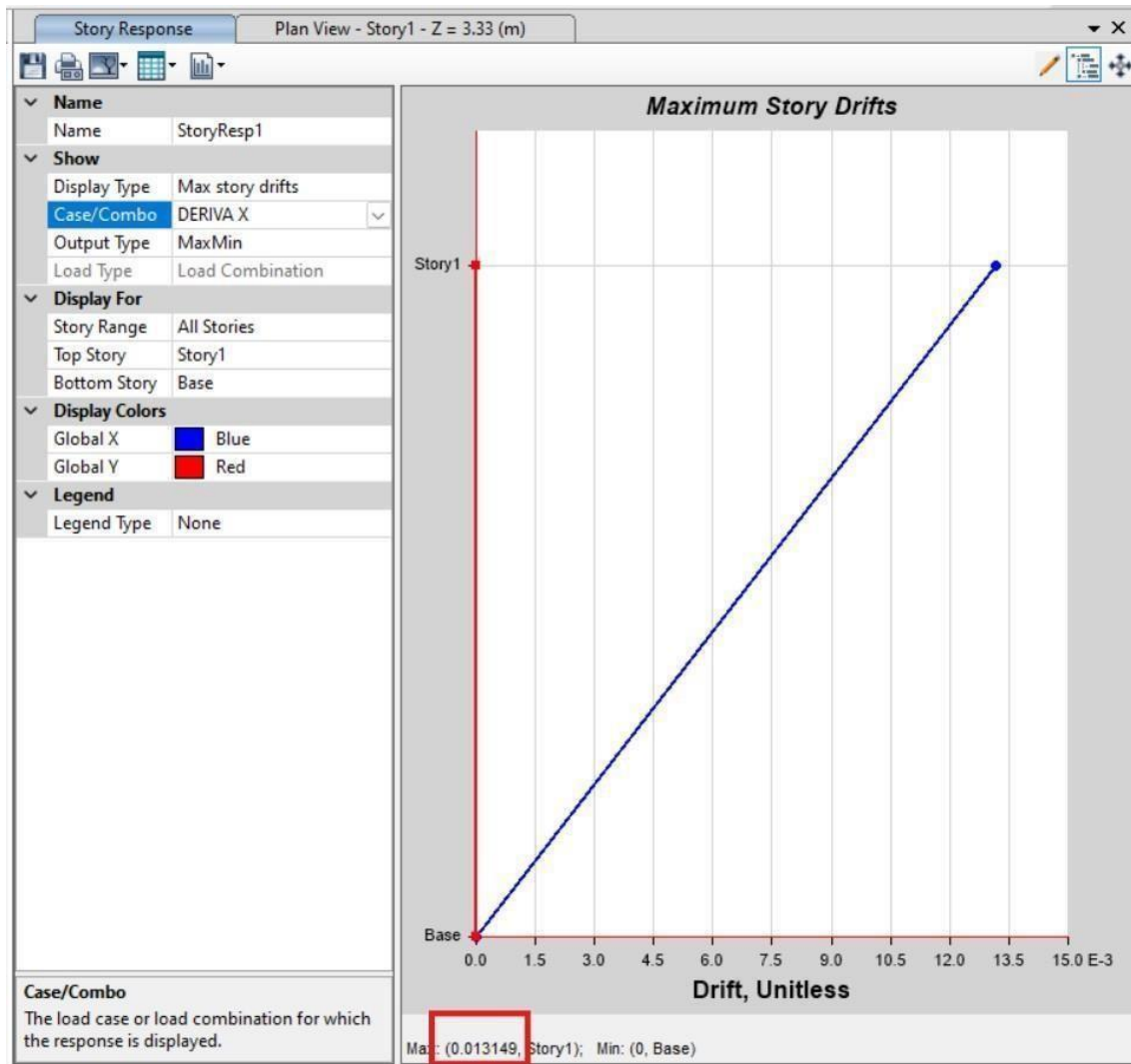
Interpretación: describe la vibración de la estructura en forma de torsión o rotación alrededor de un eje.

4.3. Modo de vibración 10, dirección Y



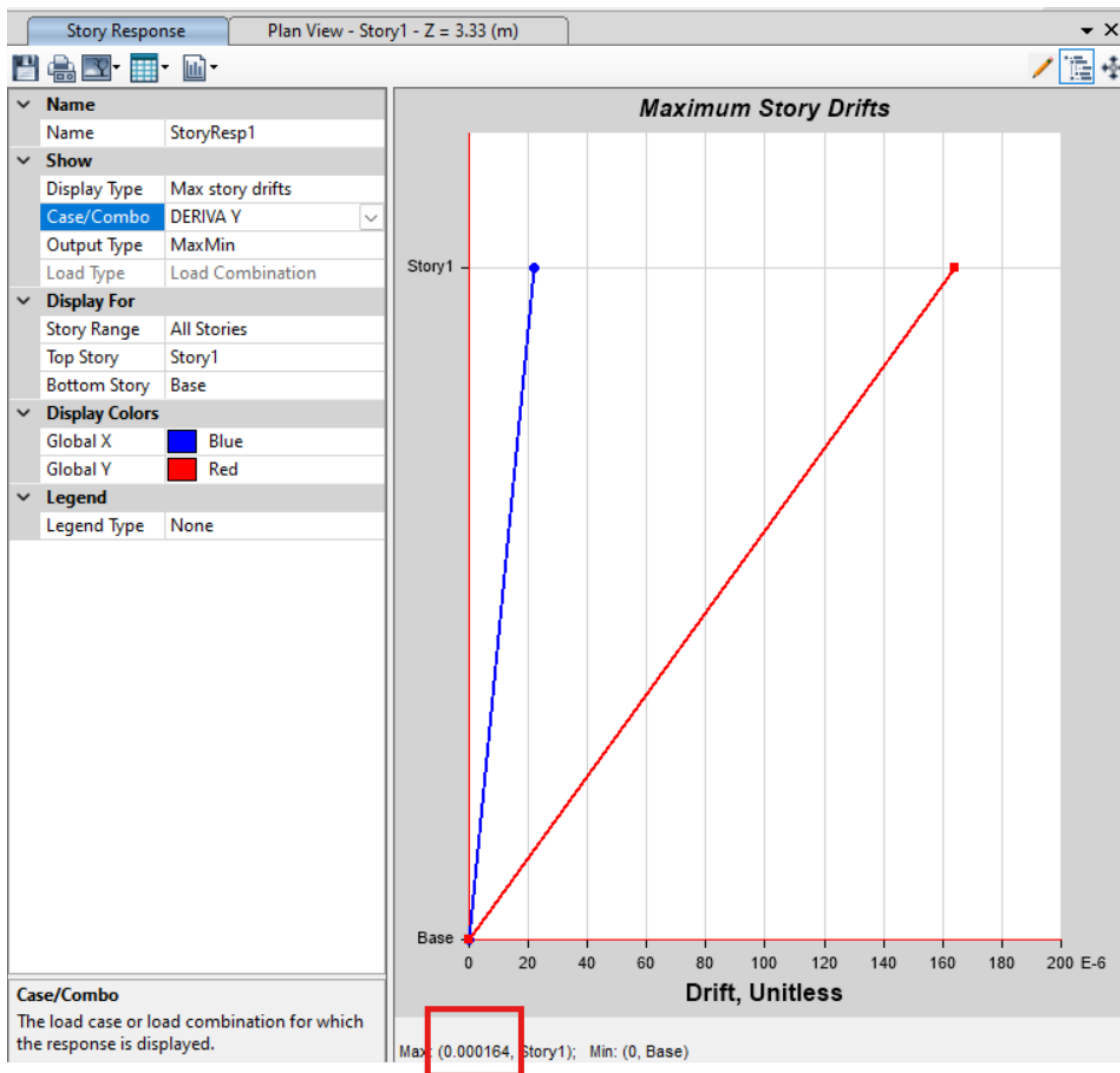
Interpretación: representa el décimo modo en el que la estructura vibra principalmente a lo largo del eje Y.

5. Deriva en dirección X



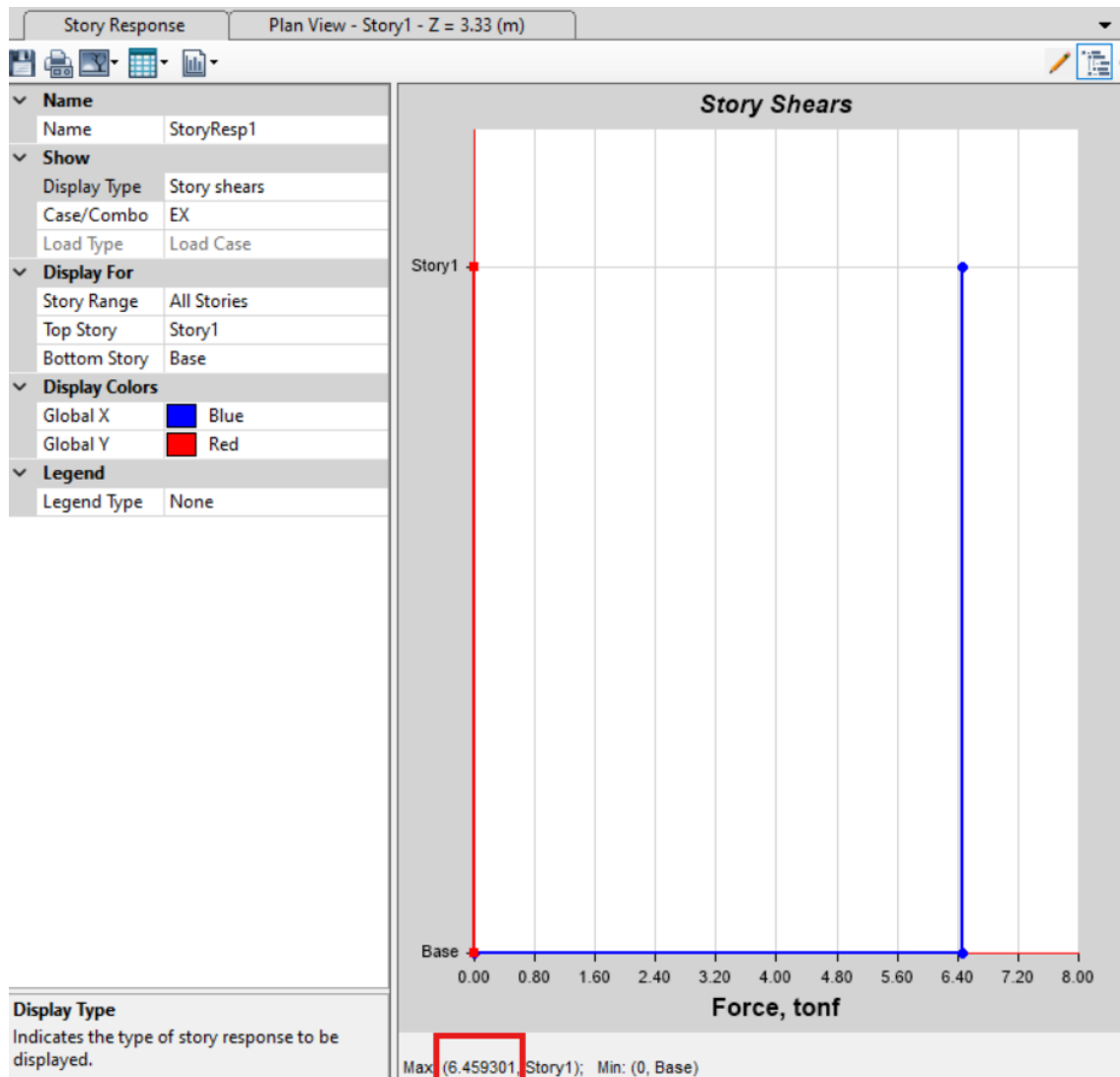
Interpretación: mide el desplazamiento lateral de los pisos de la estructura en la dirección X bajo cargas sísmicas. Indica la diferencia de desplazamiento entre niveles y ayuda a evaluar la estabilidad y la distribución de fuerzas en la dirección X.

6. Deriva en dirección Y



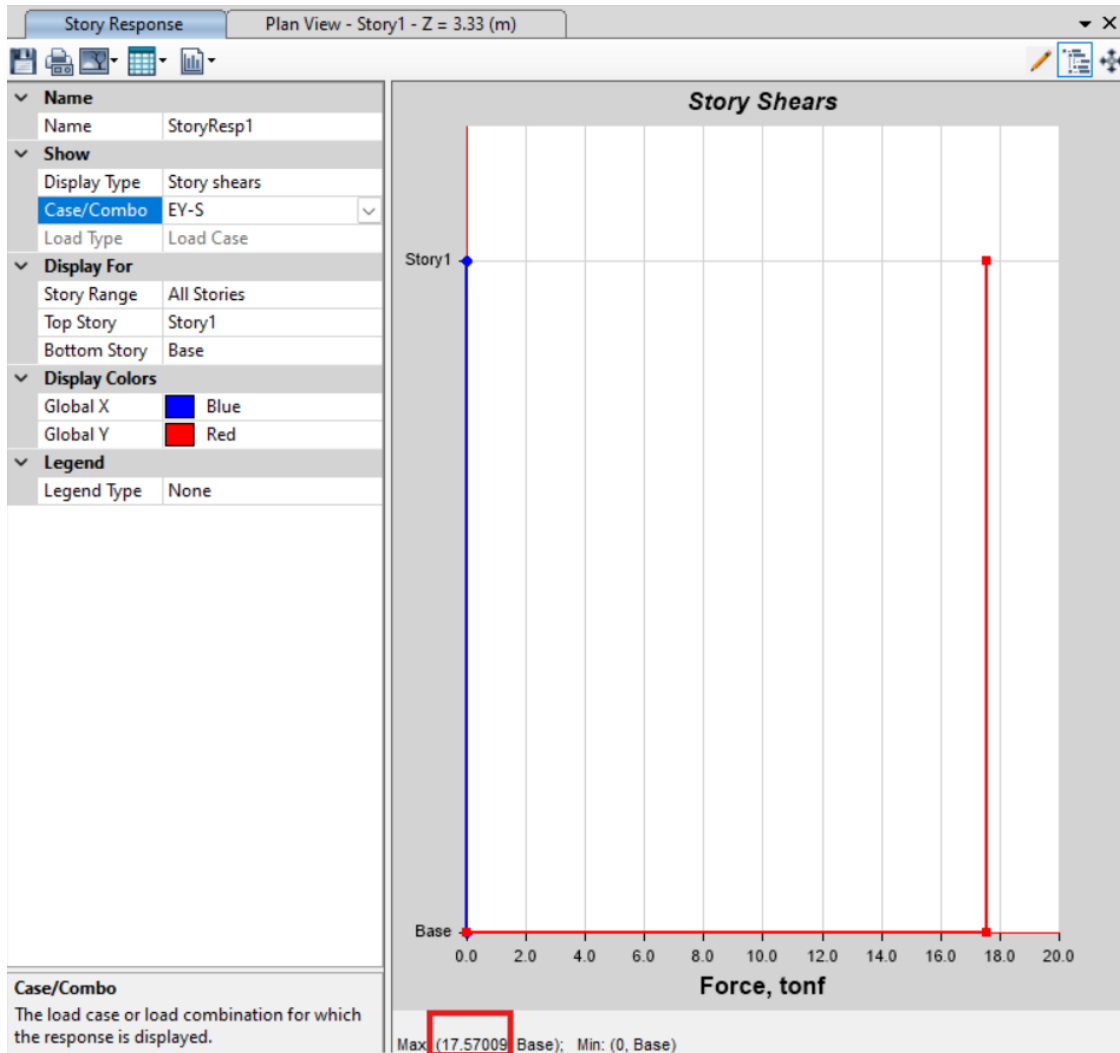
Interpretación: mide el desplazamiento lateral de los pisos de la estructura en la dirección Y durante un análisis sísmico. Muestra la diferencia de desplazamiento entre niveles en esa dirección y ayuda a evaluar la estabilidad y la distribución de las fuerzas sísmicas en el eje Y.

7. Cortante basal dirección X



Interpretación: se refiere a la fuerza cortante total que actúa en la base de la estructura a lo largo del eje X durante un sismo. Es crucial para evaluar la capacidad de la estructura para resistir fuerzas sísmicas y garantizar su estabilidad.

8. Cortante basal dirección Y



Interpretación: es la fuerza cortante total que actúa en la base de la estructura a lo largo del eje Y durante un sismo. Es importante para evaluar cómo la estructura maneja las fuerzas sísmicas en esa dirección y asegurar su estabilidad.

9. Centro de masa y centro de rigidez

The screenshot shows a software interface with a 'Model Explorer' on the left and a '3-D View' on the right. The 'Tables' menu is open, showing a tree structure with 'Structure Output' and 'Other Output Items' highlighted. The 'Centers Of Mass And Rigidity' table is displayed, showing data for Story1. The table has columns for Story, Diaphragm, Mass X, Mass Y, XCM, YCM, Cum Mass X, Cum Mass Y, XCCM, YCCM, XCR, and YCR. The values for Story1 are: Mass X = 3.38156, Mass Y = 3.38156, XCM = 3.0856, YCM = 3.9819, Cum Mass X = 3.38156, Cum Mass Y = 3.38156, XCCM = 3.0856, YCCM = 3.9819, XCR = 3.1976, and YCR = 4.0884.

Story	Diaphragm	Mass X tonf-s ² /m	Mass Y tonf-s ² /m	XCM m	YCM m	Cum Mass X tonf-s ² /m	Cum Mass Y tonf-s ² /m	XCCM m	YCCM m	XCR m	YCR m
Story1	D1	3.38156	3.38156	3.0856	3.9819	3.38156	3.38156	3.0856	3.9819	3.1976	4.0884

Interpretación: El centro de masa es el punto donde se concentra la masa de la estructura y donde se aplican las fuerzas sísmicas, mientras que el centro de rigidez es el punto donde se concentra la rigidez y resistencia a las deformaciones. La ubicación relativa de estos centros influye en la estabilidad y la respuesta de la estructura durante un sismo.

Anexo 7. Repositorio digital


USP
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor:			
VILLEGAS RUIZ, JOHANN MIGUEL		46794498	2109100011@ Usanpedro.edu.pe
Apellidos y Nombres		CNI	Correo Electrónico
2. Tipo de Documento de Investigación:			
☐ Tesis ☐ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐ Trabajo de Investigación			
3. Grado Académico o Título Profesional:			
☐ Bachiller ☒ Título Profesional ☐ Título Segunda Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado			
4. Título del Documento de Investigación:			
"Vulnerabilidad sísmicas de las viviendas Construidas en la Urb. Las Colinas del Chira ADUS Sullana - Piura, 2023"			
5. Programa Académico:			
Ingeniería Civil			
6. Tipo de Acceso al Documento:			
☒ Acceso Público * (info@repositorio.usanpedro.edu.pe)		☐ Acceso restringido * (info@repositorio.usanpedro.edu.pe)	
(*) En caso de restringido sustentar motivo:			

A. Originalidad del Archivo Digital
 Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS ¹
 El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento. ²


 Huella Digital


 Firma

Lugar: Chimbote Fecha: 19/12/2024

¹ Según Resolución de Consejo Directivo N° 008-2018-CD-UNEDU-CD, Reglamento del Sistema Nacional de Trabajo de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8, inciso 8.2.
² Ley N° 26886, Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D. S. 0059-2019-EDU.
³ Si el autor otorga el tipo de acceso abierto a público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer entrega de forma en línea y difundir en el Repositorio Institucional Digital. Dependiendo siempre de Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el marco de la Ley 8227.
⁴ En caso de que el autor otorga segundo nivel, principalmente se publicará los datos de autor y resumen de la obra de acuerdo a la directiva N° 004-2019-CONCYTEG-CD/CD (numerales 3.2 y 3.3) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
⁵ Las licencias Creative Commons (CC) son una organización internacional sin fines de lucro que promueve la disponibilidad de los autores un conjunto de derechos flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otros. Entre otros, también garantizan que el autor otorga el control por su obra.
⁶ Según el inciso 8.2 del artículo 17 del Reglamento del Sistema Nacional de Trabajo de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales (RSTN) las universidades institucionales y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los mencionados en sus repositorios institucionales, previendo al ser de acceso abierto o restringido los cuales serán posteriormente recuadrados por el Repositorio Digital RSTN, a través del Repositorio ALICIA.
 Nota: - En caso de necesidad en los datos, se procederá de acuerdo a ley 8227 art. 32, inciso 32.2.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO | Repositorio Institucional Digital

Anexo 8: Reporte de similitud

Vulnerabilidad Sísmica de las Viviendas Construidas aplicando la metodología de Benedetti Pretinni en la Urb. Las Colinas del Chira ADUS Sullana-Piura, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

27 %	27 %	%	13 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	13 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3 %
3	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	2 %
4	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	2 %
5	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1 %
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %

9	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
13	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
14	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
15	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
16	edoc.pub Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

20	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
22	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	www.grafiati.com Fuente de Internet	<1 %
25	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
26	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
29	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %

31	Submitted to National University College - Online	<1 %
	Trabajo del estudiante	
32	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes	<1 %
	Trabajo del estudiante	
33	Submitted to Universidad Continental	<1 %
	Trabajo del estudiante	
34	revistachilenadeanestesia.cl	<1 %
	Fuente de Internet	
35	sonomacounty.ca.gov	<1 %
	Fuente de Internet	
36	docplayer.es	<1 %
	Fuente de Internet	
37	fdocuments.ec	<1 %
	Fuente de Internet	
38	idoc.tips	<1 %
	Fuente de Internet	
39	repositorio.unh.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
40	www.spell.org.br	<1 %
	Fuente de Internet	
41	elknol.files.wordpress.com	<1 %
	Fuente de Internet	

42	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
43	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
44	www.alstom.com Fuente de Internet	<1 %
45	www.bioline.org.br Fuente de Internet	<1 %
46	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
47	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1 %
48	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
49	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
50	fpb.prasetiyamulya.ac.id Fuente de Internet	<1 %
51	laccei.org Fuente de Internet	<1 %
52	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
53	repositorio.unsa.edu.pe	

	Fuente de Internet	<1 %
54	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
55	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1 %
56	ribuni.uni.edu.ni Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 6 words

Excluir bibliografía

Activo