



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Relación de articulación de métodos de regresión no lineal-
predicción de riesgo probado y vulnerabilidad sísmica en
viviendas, Chimbote-2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil**

AUTORA:

Jara Cruzado, Josellin Caroley Myshell (orcid.org/0009-0006-4214-6640)

ASESOR:

Mg. Canta Honores, Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-9232-1359)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2024

Declaratoria de autenticidad del asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CANTA HONORES JORGE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Relación de articulación de métodos de regresión no lineal-predicción de riesgo probado y vulnerabilidad sísmica en viviendas, Chimbote-2023", cuyo autor es JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSHELL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHIMBOTE, 28 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CANTA HONORES JORGE LUIS DNI: 10743048 ORCID: 0000-0002-9232-1359	Firmado electrónicamente por: JCANTAHO el 28-02- 2024 16:15:47

Código documento Trilce: TRI - 0738936



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSHELL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Relación de articulación de métodos de regresión no lineal-predicción de riesgo probado y vulnerabilidad sísmica en viviendas, Chimbote-2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
JOSELLIN CAROLEY MYSHELL JARA CRUZADO DNI: 70153960 ORCID: 0009-0006-4214-8640	Firmado electrónicamente por: JCM/JARA el 28-02- 2024 22:59:44

Código documento Trilce: TRI - 0738935

Dedicatoria

A Dios por haberme brindado las fuerzas necesarias para siempre continuar, a mis padres por los valores y principios que inculcaron en mí; a mis hijos, Ángel y Thiana que son el motor de arranque en todas y cada una de mis metas que me propongo, ellos fueron quienes me acompañaron en este camino.

Agradecimiento

A mi Padre Celestial por estar siempre a mi lado brindándome las fuerzas necesarias, a mi Madre quien me acompaño en este camino siempre llenándome de sus sabias palabras y consejos, a mis hijos quienes fueron el aliento y motor de seguir en esta meta que me trace, a cada uno de mis seres queridos quienes confiaron en mí.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor	ii
Declaratoria de originalidad del autor/autores	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	55
III. RESULTADOS	72
IV. DISCUSIÓN	118
V. CONCLUSIONES.....	122
VI. RECOMENDACIONES	123
REFERENCIAS.....	125
ANEXOS	132

Índice de tablas

Tabla 1. Métodos de Regresión No Lineal	19
Tabla 2. Predicción de Riesgo Probado	19
Tabla 3. Componentes constructivos de interés para edificios de concreto.....	27
Tabla 4. Componentes constructivos de interés para edificios de concreto.....	28
Tabla 5. Matriz de probabilidad de daño para edificios de poca altura.....	37
Tabla 6. Hazus MR4 escala	41
Tabla 7. Coordenadas geográficas del distrito de Chimbote	44
Tabla 8. Valores característicos para distintos perfiles de suelos	46
Tabla 9. Factor “s”	47
Tabla 10. Periodos “TP” y “TL”	47
Tabla 11. Cuadro de ARTICULACIONES	54
Tabla 12. Porcentaje de confianza	58
Tabla 13. Proporciones típicas de una mezcla $f'c=210$ kg/cm ²	70
Tabla 14. Prueba de fiabilidad.....	82
Tabla 15. Prueba de Normalidad.....	82
Tabla 16. CorRELACIONES de variables	83
Tabla 17. Análisis corRELACIONal 1	85
Tabla 18. Pruebas de normalidad	86
Tabla 19. Análisis corRELACIONal 2	87
Tabla 20. Análisis corRELACIONal 3	88
Tabla 21. Análisis corRELACIONal 4	89
Tabla 22. Variable dependiente “vulnerabilidad sísmica”	90
Tabla 23. Variable independiente n°1 “regresión no lineal”	90
Tabla 24. Variable independiente n°2 “predicción de riesgo probado”	90
Tabla 25. Descripción del tipo de edificación	93
Tabla 26. Fuerzas en la dirección x-x.....	95
Tabla 27. Fuerza en la dirección y-y	95
Tabla 28. Curvas de capacidad.....	104
Tabla 29. R probable de diseño	105
Tabla 30. Niveles de daño.....	106

Tabla 31. R probable de Diseño.....	108
Tabla 32. Datos de Curva de Capacidad dirección X - X.....	109
Tabla 33. Datos de curva de capacidad dirección Y - Y.....	110
Tabla 34. Curva de capacidad de la estructura Dirección X - X.....	111
Tabla 35. Nivel de daño	112
Tabla 36. Desplazamiento de desempeño	112
Tabla 37. Datos de curva de fragilidad.....	113
Tabla 38. Vulnerabilidad.....	113
Tabla 39. Desplazamiento.....	114
Tabla 40. Nivel de Daño.....	115
Tabla 41. Desplazamiento en Y - Y.....	115
Tabla 42. Datos de curva fragilidad Y - Y.....	116
Tabla 43. Porcentaje de vulnerable.....	116

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Detalle de alcances obtenidos por el análisis dinámico incremental .	23
Figura 2. Procedimiento utilizando el método estático no lineal.	24
Figura 3. Etapas de una deformación del material	25
Figura 4. Curvas de deformación del acero.....	26
Figura 5. Distribución de fuerzas aplicada en el análisis	26
Figura 6. Métodos Incrementales, Iterativos, de Longitud de Arco.....	29
Figura 7. Deformaciones en extremos de columnas	31
Figura 8. Deformaciones en extremos de columnas	34
Figura 9. Curva IDA.....	38
Figura 10. Vulnerabilidad sísmica técnicas de análisis de evaluación.	42
Figura 11. Distribución de una función de vulnerabilidad Sismicidad del Perú	43
Figura 12. Mapa sísmico del Perú, año 1960 – 2023	43
Figura 13. Imagen de plano del AA. HH San Pedro en escala 1:10,000	45
Figura 14. Curvas de capacidad, formación de rotulas plásticas en vigas y pilares	49
Figura 15. Procedimiento usado el análisis del método no lineal geométrica ..	52
Figura 16. Delimitación del sector N°1 del AA.HH. San Pedro a estudiar	57
Figura 17. Número total de lotes dentro del sector elegido	59
Figura 18. Teoría de Terzaghi.....	71
Figura 19. Cálculo de la capacidad portante de la teoría de Terzaghi	71
Figura 20. Ubicación de la zona a estudiar (fuente: Google earth)	73
Figura 21. Vivienda N°1 ubicada entre Jr Santa y Jr. Uranio Mz B Lote 1.	74
Figura 22. Vivienda N°1 de dos niveles.....	74
Figura 23. Vivienda N°2 ubicada en Jr Nilo y Jr Huandoy Mz V Lote 22.	74
Figura 24. Vivienda N°2 de un nivel	75
Figura 25. Vivienda N°3 ubicada en Jr. Montevideo y Jr. los Álamos	75
Figura 26. Vivienda N°3 de dos niveles.....	75
Figura 27. Mapa de sismicidad del Perú.	76
Figura 28. Factores de zona sísmica en Perú.	77
Figura 29. Cuadro de valores de capacidad portante.....	79
Figura 30. Vivienda N°1. Cuadro de resultados obtenidos.....	80
Figura 31. Vivienda N°2. Cuadro de resultados obtenidos.....	80

Figura 32. Vivienda N°3. Cuadro de resultados obtenidos.....	81
Figura 33. Primer nivel de la vivienda	92
Figura 34. Segundo nivel de la vivienda.....	92
Figura 35. Cortante basal dirección y-y.....	94
Figura 36. Cortante basal dirección y-y.....	95
Figura 37. Cálculo de Rotulas en muros de albañilería.....	96
Figura 38. Propiedades no lineales del concreto.....	97
Figura 39. Curva esfuerzo deformación del concreto.....	97
Figura 40. Propiedades no lineales del acero	98
Figura 41. Curva esfuerzo deformación del acero.....	98
Figura 42. Asignación de rotula plástica en viga	99
Figura 43. Asignación de rotula plástica en columna	100
Figura 44. Rotula plástica en muros.....	100
Figura 45. Caso de carga no lineal considerando la no linealidad geométrica.....	101
Figura 46. Caso de carga sin considerar la no linealidad geométrica	101
Figura 47. Daño físico de los componentes estructurales en la dirección x-x	102
Figura 48. Daño físico de los componentes estructurales en la dirección y-y	103
Figura 49. Curva de capacidad considerando la no linealidad del Material....	103
Figura 50. Demanda sísmica.....	104
Figura 51. Nivel de desempeño en la dirección x-x.....	105
Figura 52. Curva de capacidad considerando la no linealidad del material....	106
Figura 53. Demanda sísmica.....	107
Figura 54. Nivel de desempeño en la dirección y-y.....	107
Figura 55. Curva de capacidad dirección x-x	109
Figura 56. Curva de capacidad dirección y-y	110
Figura 57. Curva de capacidad de la estructura dirección x-x.....	111
Figura 58. Curva de capacidad de la estructura dirección x-x.....	111
Figura 59. Curva de fragilidad dirección x-x.....	113
Figura 60. Índice de daño probado.....	113
Figura 61. Curva de capacidad de la estructura dirección y-y.....	114
Figura 62. Curva de capacidad de la estructura dirección y-y.....	114
Figura 63. Curva de fragilidad dirección y-y	116
Figura 64. Índice de daño probado.....	116

Resumen

Los eventos sísmicos pasados deberían recordarnos la importancia de abordar de manera integral la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas. La finalidad de la investigación fue realizar las Descripciones como se relaciona la articulación de los métodos de regresión no lineal - predicción de riesgo probado – condicional de daño acumulado y la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de las AAHH San Pedro, Chimbote, 2023. La Metodología empleada fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo y diseño de naturaleza no experimental. En la ciudad de Chimbote, las vulnerabilidades sísmicas en viviendas representan una realidad problemática que aumenta el riesgo de daños y pérdidas humanas durante los terremotos. Chimbote se encuentra ubicada en una zona sísmica activa y cuenta con una alta densidad de población, lo que hace que la problemática sea aún más preocupante. Por lo que, se justifica el uso de métodos de regresión no lineal nos permite comprender los métodos de predicción de riesgo y vulnerabilidad sísmica porque es más completo, ya que podremos comprender los desplazamientos horizontales y verticales cuando se modula el edificio. En estas escalas de deformaciones lineales entenderemos cómo se comportan los materiales y sus deformaciones geométricas (elásticas y/o inelásticas) durante eventos sísmicos.

Palabras clave: Articulación, regresión no lineal, riesgo sísmico, vulnerabilidad sísmica.

Abstract

Past seismic events should remind us of the importance of comprehensively addressing the seismic vulnerability of self-built homes. The purpose of the research was to describe how the articulation of non-linear regression methods - prediction of proven risk - conditional cumulative damage and the seismic vulnerability of the homes of the AAHH San Pedro, Chimbote, 2023 are related. The methodology used was applied, quantitative approach and non-experimental design. In the city of Chimbote, seismic vulnerability in homes represents a problematic reality that increases the risk of damage and human loss during earthquakes. Chimbote is located in an active seismic zone and has a high population density, which makes the problem even more worrying. Therefore, the use of nonlinear regression methods is justified, allowing us to understand the seismic risk and vulnerability prediction methods because it is more complete, since we will be able to understand the horizontal and vertical displacements when the building is modulated. In these linear deformation scales we will understand how materials and their geometric deformations (elastic and/or inelastic) behave during seismic events.

Keywords: Articulation, Nonlinear Regression, Seismic Risk, Seismic Vulnerability.

I. INTRODUCCIÓN

A **nivel internacional** La vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas es una problemática de alcance internacional que afecta a numerosas regiones sísmicas en todo el mundo. Estas viviendas, construidas por sus propios propietarios sin la supervisión técnica adecuada, presentan una serie de desafíos y riesgos significativos en términos de su capacidad para resistir y soportar las consecuencias de los terremotos. Los antecedentes revelan que, en muchas zonas vulnerables, especialmente en países en desarrollo o en comunidades de bajos recursos, una gran proporción de viviendas son autoconstruidas. Estas viviendas suelen ser construidas utilizando técnicas informales, con materiales de baja calidad y con escasa o nula planificación estructural. Como resultado, se presentan numerosas debilidades en el diseño y construcción de estas viviendas, lo que las hace altamente vulnerables a padecer daños graves o colapsos durante eventos sísmicos. Las evaluaciones del riesgo sísmico y la vulnerabilidad de los edificios son esenciales para cuantificar la vulnerabilidad de las zonas urbanas y rurales a gran escala. El análisis de riesgo regional necesita un modelo de relación entre los parámetros de movimiento del suelo (intensidades macro sísmicas) y las demandas sísmicas estructurales. Sin embargo, la práctica actual considera principalmente solo el impacto de las demandas sísmicas horizontales, mientras que a menudo descuida las demandas sísmicas verticales (Preciado et al., 2020). La vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas es un desafío común en numerosos países propensos a los terremotos. Se requiere una mayor conciencia sobre esta problemática y unas colaboraciones efectivas entre los gobiernos, las organizaciones de ayuda y los expertos en ingeniería para abordar de manera integral este problema. Es esencial promover la educación en construcción segura, brindar acceso a recursos y materiales de calidad, y fomentar la implementación de estándares de construcción sísmica adecuados en las comunidades vulnerables. El aumento del riesgo sísmico está

RELACIONado con la existencia de viviendas construidas de manera independiente y susceptibles. Este estudio presenta diversos panoramas de daño sísmico a nivel territorial al establecer una correlación entre la categoría de vulnerabilidad y el grado de daño anticipado con respecto a la intensidad del movimiento sísmico 1

(Qi y Gardoni, 2023). Lo tradicional El modelo de regresión no lineal se modifica y mejora utilizando métodos de análisis de riesgo, confiabilidad, bayesiano y probabilístico. se utiliza para actualizar los modelos de predicción de la vulnerabilidad sísmica de de todo tipo de edificio. En este contexto, el empleo de la regresión no lineal como herramienta para evaluar la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas ha surgido como un enfoque prometedor. La regresión no lineal permite analizar y modelar la relación compleja entre las variables sísmicas, como la intensidad del terremoto y la respuesta estructural, y las variables que describen todo tipo de característica constructivas de las viviendas, como el tipo de estructura, los materiales empleados y la calidad de la construcción (ortega et al., 2019).

A **Nivel Nacional**, en Perú, la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas es una realidad problemática que sitúa en riesgo la integridad y el patrimonio de numerosas familias. La nación está situada en una región de intensa actividad sísmica debido a su posición en la zona identificada como el Anillo de Fuego del Pacífico, lo que lo expone constantemente a la amenaza de terremotos de diferentes magnitudes (Illacutipa y Illacutipa , 2019). En Perú, es común encontrar viviendas autoconstruidas en áreas urbanas y rurales, especialmente en comunidades de bajos recursos. Estas viviendas son construidas sin la supervisión técnica adecuada y con materiales de baja calidad, lo que las hace altamente vulnerables a los efectos devastadores de los terremotos. Además, la falta de conocimientos técnicos en diseño y construcción sísmica, así como la escasa conciencia sobre los riesgos sísmicos, contribuyen a aumentar la vulnerabilidad de estas viviendas (Llactahuamani , 2019). La falta de planificación estructural y la utilización de materiales inadecuados son factores determinantes en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en Perú, la falta de cumplimiento de los códigos y normas de construcción sísmica en las viviendas autoconstruidas también agrava la problemática. Muchas veces, las familias no tienen acceso a información actualizada sobre los estándares de construcción sísmica y desconocen las medidas de seguridad requeridas para soportar frente a un terremoto. Esto resulta en viviendas que no están diseñadas ni construidas para resistir las fuerzas sísmicas y que están expuestas a sufrir daños estructurales graves o colapsos durante un sismo esto perpetúa la

situación de riesgo y aumenta la probabilidad de pérdidas humanas y materiales en ocasión de unos eventos sísmicos de grandes magnitudes (Stefanini & Badini, 2022).

A **Nivel Regional**, específicamente en Chimbote, la vulnerabilidad sísmica en viviendas representa una realidad problemática que aumenta el riesgo de daños y pérdidas humanas durante los terremotos. Chimbote se encuentra ubicada en una zona sísmica activa y cuenta con una alta densidad de población, lo que hace que la problemática sea aún más preocupante. En Chimbote, es común encontrar viviendas autoconstruidas, especialmente en los sectores más vulnerables y de bajos recursos. La falta de conocimientos técnicos en diseño sísmico y la ausencia de medidas de seguridad adecuadas hacen que estas viviendas sean altamente vulnerables a padecer daños graves o un colapso durante una situación sísmica. (Maldonado, 2020) Es importante destacar que Chimbote ha sido afectada por terremotos en el pasado, como el terremoto de 1970, que causó grandes daños y pérdidas en la ciudad. Estos eventos sísmicos pasados deberían servir como recordatorio de la importancia de abordar de manera integral la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas. Para verificar del como el método de regresión no lineal nos apoyara en nuestro estudio de investigación nos basamos en que el método de regresión lineal son herramientas útiles en las áreas de la ingeniería civil para realizar las evaluaciones de la vulnerabilidad sísmica de estructuras. Esta técnica estadística nos permite establecer una relación cuantitativa entre diversas variables de interés y los grados de vulnerabilidad de las estructuras frente a eventos sísmicos. Al utilizar el método de regresión lineal, se recopilan datos históricos de terremotos y los efectos que han tenido en diferentes estructuras. Estos datos incluyen características de las edificaciones, como su tipo de construcción, materiales utilizados, diseño estructural, entre otros aspectos relevantes. También se registran los daños sufridos por estas estructuras durante los terremotos, expresados en términos de intensidad de daño, pérdidas económicas o nivel de colapso (Preciado et al., 2020). A partir de estos datos recopilados, se realiza un análisis estadístico mediante el método de regresión lineal para identificar patrones y tendencias que permitan establecer una relación entre las variables de entrada y el nivel de vulnerabilidad sísmica. Se busca

determinar qué variables influyen de manera significativa en la vulnerabilidad y cómo se relacionan entre sí una vez obtenido los modelos de regresión no lineales, se podría usar para predecir la vulnerabilidad sísmica de nuevas estructuras o evaluar el nivel de riesgo de estructuras existentes. Esto brinda a los ingenieros civiles una herramienta para tomar decisiones informadas en el diseño, construcción y evaluaciones de la resistencia sísmicas de edificaciones (Moffed et al., 2019).

Asimismo, se presenta el problema general de la investigación ¿De qué manera se relaciona la Articulación de los métodos de regresión no lineal - predicción de riesgo probado y la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023? Asimismo, se presentan los problemas específicos: a) ¿De qué manera se articula la no linealidad del material y daño físico con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023?, b) ¿De qué manera se articula la no linealidad geométrica y el daño probado con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023?, c) ¿De qué manera la articulación del método de regresión de no linealidad y predicción de riesgo probado se relaciona con las curvas de capacidad de las viviendas de AAHH San Pedro, Chimbote, 2023?, d) ¿De qué manera se relaciona las curvas de fragilidad y la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023?

Justificación Teórica, por nuestra ubicación geográfica somos un país riesgoso sísmico, pues nos encontramos en el cinturón de fuego del Pacífico, registrado gran cantidad de eventos sísmicos, a través de mes a mes registramos sismos entre pequeños y más grandes, siendo este un gran motivo de recaer en las necesidades de implementar los análisis más riguroso y tecnología más avanzada, para lograr así compensar todo el daño que se pueden ir produciendo debido a estos acontecimientos (Li et al., 2023). A menudo, los enfoques de predicción de riesgo se centran en aspectos generales sin considerar particularidades de viviendas individuales, mientras que los estudios de vulnerabilidad sísmica pueden carecer de datos precisos y métodos validados para su evaluación Acito et al. (2020). En respuesta a esta brecha, el uso del método de regresión no lineal nos permite conocer los enfoque de predicción de riesgo y la vulnerabilidad sísmica, pues es más completa ya que al

modular la edificación nos permitirá conocer los desplazamientos tanto horizontal como vertical a la misma vez en forma no lineal, pues iremos viendo estas deformaciones en una escala de no linealidad en donde conoceremos los comportamientos de los materiales y sus deformaciones geométricas (elástica y/o inelásticas) ante un suceso sísmico (Carrillo, 2007) como se sabe los movimientos sísmicos no siempre son de una forma vertical u horizontal, sino también de forma cíclica u ondulatoria, etc. es por ello que se emplea el método de no linealidad pues la escala arrojada va de forma no lineal incremental, para modular este método se dice que es más completa pues se desarrolla y aplica en base a diferentes leyes, normas (RNE, ATC, FEMA) y guías como la HAZUS MR4, es por ello que esta investigación es aplicada con un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental de nivel descriptiva, de alcance correlacional, pues se establece dichos parámetros para hallar la curva incremental y medir mediante indicadores en base a dichos parámetros ya establecidos arrojando así el grado de vulnerabilidad sísmica siendo articulado el método no lineal y la predicción de riesgo probado dando como ventajas técnicas sobresalientes en comparación con enfoques alternativos (Carrillo, 2007). Por su parte, la predicción de riesgo probabilístico aborda la incertidumbre inherente a los eventos sísmicos, permitiendo estimaciones de daño más precisas en función de diferentes intensidades sísmicas. (Llactahuamani, 2019). Estos métodos, aunque pueden requerir un análisis más riguroso, ofrecen una evaluación más completa y adaptable de la vulnerabilidad sísmica, lo que resulta en unos enfoques más eficaces para las gestiones de riesgos sísmicos en entornos urbanos y regionales (Maldonado, 2020). Además, esta investigación contribuirá con un nuevo conocimiento teórico al establecer una correlación cuantificable entre estas dimensiones, proporcionando una base sólida para identificar viviendas en mayor riesgo y aplicar medidas de mitigación sísmica específicas (Li et al., 2023).

Justificación Social, la justificación social para las evaluaciones de las vulnerabilidades sísmicas en edificaciones autoconstruidas en la ciudad de Chimbote radica en la importancia de dar garantía a las seguridades y los bienestar de la comunidad. Las edificaciones autoconstruidas son espacios donde la presencia del uso del reglamento de edificaciones no se utiliza. Al

utilizar la regresión no lineal como herramienta de evaluación, se podrán identificar y priorizar aquellas edificaciones que requieren intervenciones urgentes, brindando tranquilidad a habitantes del asentamiento humano.

Justificación Metodológica, la justificación Metodológica de la utilización de la regresión no lineal en las evaluaciones de las vulnerabilidades sísmicas en edificaciones autoconstruidas se basa en la necesidad de contar con un enfoque técnico riguroso y preciso. La regresión no lineal permite analizar las Relaciones complejas entre las variables sísmicas y las características de las edificaciones, considerando aspectos como la capacidad resistente, la rigidez y la ductilidad del tipo de materiales y sistemas constructivos. Esta metodología proporciona resultados detallados y confiables que ayudan a comprender el comportamiento estructural ante eventos sísmicos, identificar deficiencias y proponer soluciones de refuerzo o rehabilitación. Al emplear una Metodología sólida y científica, se garantiza la calidad y la validez de los resultados obtenidos, fortaleciendo así la toma de decisión en cuanto al área de seguridad sísmica en edificaciones empíricas.

Justificación Económica, la justificación económica de las evaluaciones de las vulnerabilidades sísmicas en edificaciones educativas mediante el uso de la regresión no lineal se basa en la optimización de recursos financieros. La inversión en evaluaciones de vulnerabilidad permite identificar de manera precisa las necesidades de intervención en las edificaciones, evitando gastos innecesarios o mal direccionados. Al utilizar una metodología como la regresión no lineal, se pueden establecer prioridades de intervención y diseñar estrategias de refuerzo o rehabilitación focalizadas en aquellas edificaciones que presenten mayores niveles de vulnerabilidad. Esto contribuye a un uso eficiente de los recursos económicos disponibles, maximizando el impacto de las intervenciones y garantizando la seguridad de la comunidad educativa sin incurrir en gastos excesivos.

Justificación Ambiental, la justificación ambiental de las evaluaciones de las vulnerabilidades sísmicas en edificaciones autoconstruidas, utilizando la regresión no lineal, se basa en la promoción de la sostenibilidad y la reducción de impactos ambientales. Al analizar la resistencia sísmica de toda edificación

existente y determinar las intervenciones necesarias, se evita la demolición indiscriminada de estructuras y se fomenta la reutilización y el aprovechamiento de los recursos construidos. Esto contribuye a conservar el patrimonio edificado y a la disminución de residuos de construcción, promoviendo un enfoque ambientalmente responsable. Asimismo, al fortalecer la resiliencia de las autoconstrucciones frente a los eventos sísmicos, se protege a la comunidad educativa y se reduce el riesgo de impactos ambientales derivados de la tasa de mortalidad de vida humana y las destrucciones de infraestructura.

El **objetivo** de la investigación es demostrar que la articulación de los métodos de regresión no lineal - predicción de riesgo probado se relaciona con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San Pedro 2023. Los **objetivos específicos** son: a) Demostrar que la articulación de la no linealidad del material con el daño físico y su relación con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH, San Pedro, Chimbote, 2023. b) Demostrar que la articulación de la no linealidad geométrica con el daño probado y su relación con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH, San Pedro, Chimbote, 2023. c) Determinar la articulación del método de regresión de no linealidad y predicción de riesgo probado con las curvas de capacidad de las viviendas del AAHH. San Pedro, Chimbote, 2023. d) Determinar la relación de las curvas de fragilidad y la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023.

La **hipótesis general** de la investigación es que existe relación entre la articulación de los métodos de regresión no lineal - predicción de riesgo probado y la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de las AAHH San Pedro, Chimbote, 2023. Asimismo, se presentan las hipótesis específicas: a) La no linealidad del material y daño físico si se relaciona con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023. b) La no linealidad geométrica y daño probado si se relaciona con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro Chimbote, 2023. c) Las curvas de fragilidad si se relaciona con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023. d) Las curvas de Fragilidad si se relación con la vulnerabilidad sísmica del AAHH. San Pedro, Chimbote, 2023.

Así mismo para el desarrollo de la presente investigación se emplearon como **antecedentes Internacionales** Estrada & Vivanco (2019) En su tesis titulada 7

“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño del reforzamiento de una vivienda de tres pisos ubicada en el norte de Quito - Ecuador “el que tuvo como objetivo principal es verificar los adecuados reforzamientos estructurales de una vivienda de construcción informal ubicada en Carcelén Bajo, al norte de Quito. El propósito es poner a buen recaudo la vida de los ocupantes ante las ocurrencias de eventos sísmicos. El proyecto sigue las etapas descritas en la norma ASCE 41-17 (Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings). Se realiza unos levantamientos de campos y pruebas de laboratorio para definir las características de los materiales y analizar las vulnerabilidades de las estructuras. Se lleva a cabo una evaluación estructural del elemento s para identificar las fallas o una patología presentes en la estructura. Además, se realiza un análisis no lineal utilizando la técnica PUSHOVER, que permite determinar los pórticos con mayores participaciones modales y se simula su comportamiento mediante el método del puntal diagonal. Como resultado de este análisis, se obtiene las curvas de capacidades y los puntos de desempeños de las estructuras. Como resultado del análisis y evaluación de la estructura, se propuso los enchapados de mamposterías como las alternativas óptimas de reforzamientos. Esta propuesta se basa en analizar técnicamente y económicamente que mejora los desempeños de las estructuras y busca minimizar las deficiencias, considerando la relación costo-beneficio. El proyecto también tiene como resultado guías de referencias para intervenir en un tipo de construcción informal con propiedades parecidas, con el objetivo de minimizar su vulnerabilidad sísmica y evitar su posible demolición. Finalmente se llegó a la Conclusión: El proyecto concluye que el enchapado de mampostería es la solución adecuada para el reforzamiento de la vivienda de construcción informal estudiada. Además, se destaca la importancia de este proyecto como unas guías de referencias para intervenir otro tipo de construcción informal parecida, reduciendo sus vulnerabilidades sísmicas mediante los reforzamientos estructurales y excluyendo sus demoliciones.

Orozco (2020) En la tesis titulada “Análisis de vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería confinada, mediante el análisis no lineal de cargas laterales incrementales en Guatemala”, Se propuso como objetivo el análisis de cómo las curvas de fragilidad, derivadas de un estudio no lineal utilizando parámetros

experimentales de naciones sísmicamente activas distintas a Guatemala, pueden explicar la susceptibilidad de la mampostería confinada (MC) en el contexto guatemalteco. Esta aproximación se basó en una metodología no experimental. Los resultados arrojaron una correlación entre las curvas de fragilidad y los daños causados por sismos recientes en Guatemala. Un muestreo aleatorio reveló que las resistencias promedias de los bloques de mampostería eran de 30 kg/cm². Esto implica que ante un sismo probable con una ocurrencia del 10% en un lapso de 50 años, los daños podrían variar significativamente, oscilando entre un 60% y un 100%. A partir de esto, se concluyó que, en muchas áreas rurales del país, los materiales de construcción provienen de instalaciones artesanales que carecen de un control de calidad adecuado en cuanto a la resistencia de dichos materiales.

Se tiene como **antecedentes Nacionales** a Samaniego y Sánchez (2020) En su tesis de título “Vulnerabilidad sísmica empleando el análisis dinámico no lineal incremental de una vivienda multifamiliar Ate-Lima 2020” A pesar de la existencia de reglamentos y normas en del país a considerar para diseñar y revisar la infraestructura, estos suelen basarse en los regímenes elásticos y mas no considerar los regímenes inelásticos, lo que puede dirigir a patologías estructurales hasta los colapsos. Teniendo como principal objetivo de estudio verificar las vulnerabilidades sísmicas de un edificio escolar existente mediante los análisis dinámicos no lineales incrementales utilizando el software Seimo Struct V6. metodología: es aplicada en cuanto a tipo, con un enfoque cuantitativo y diseño no experimental a nivel descriptiva, teniendo como población y muestra conformada por las estructuras de las viviendas multifamiliares del teniendo como resultado principal: El resultado principal es la determinación de las vulnerabilidades sísmicas del edificio escolar por los métodos del análisis dinámico no lineal incremental. Se obtendrán curvas de fragilidad y matrices de daño que describirán el estado de daño esperado de la edificación ante eventos sísmicos. Además, se evaluará la estructura con la norma E.030 y se detallará los modelados de los elementos en comportamientos inelásticos utilizando el software ETABS 17.0. Discusión principal: La discusión principal se centrará en el análisis de la vulnerabilidad sísmica, incluyendo las curvas de fragilidad y las matrices de daño. Se compararán los resultados con las sugerencias de los

estándares FEMA 356 y ASCE 41-13. Conclusión principal: En conclusión, esta investigación busca determinar la vulnerabilidad sísmica de un edificio escolar existente a través del análisis dinámico no lineal incremental. Los resultados obtenidos permitirán evaluar el estado de daño esperado de la edificación ante eventos sísmicos y proporcionarán información relevante para tomar decisiones de refuerzo y mejora de la estructura. Además, se destacará la importancia de considerar el comportamiento inelástico de los materiales y las aplicaciones de análisis probabilistas en las evaluaciones de las vulnerabilidades sísmicas.

Marin (2021) En su tesis de título Efecto de la no linealidad geométrica en la respuesta estructural de edificios de acero, Puno 2021. En esta investigación, se busca evaluar el impacto de las aplicaciones de las no linealidades geométricas en un edificio de acero de 2, 4 y 6 niveles. El objetivo principal es determinar cómo esta aplicación afecta las respuestas estructurales en términos de desplazamientos de pisos y entrepisos, fuerza de cortes y momentos flector en columna y viga con más carga de dichos edificios. metodología: El enfoque utilizado en este estudio es de tipo cuantitativo y se emplea un diseño de estudio basado en simulación en el software estructural ETAB'S 2018. Se consideran los puntos normados por las normas de carga E.020, diseño sismos resistentes E.030 y la norma E.090 de estructuras metálicas. Además, se aplica los efectos de la no linealidad geométrica conocido como "P-Delta" en el modelo. La muestra está compuesta por edificio de acero de 2, 4 y 6 niveles, y se evalúan sus respuestas estructurales utilizando el software mencionado. Resultado principal: Al aplicar las consecuencias de las no linealidades geométricas en el modelo, se obtienen resultados significativos. El desplazamiento de pisos presenta una variación promedio de 0.69% en la dirección "X" y 1.20% en la dirección "Y". En cuanto a los desplazamientos de entrepiso, se observa una variación promedio de 0.59% en la dirección "X" y 1.07% en la dirección "Y". En relación a la fuerza de corte, se registra unos promedios de variaciones de 0.48%, y en el momento flector, se obtiene un promedio de variación de 0.61%. Discusión principal: Los resultados logrados evidencian que las aplicaciones de los efectos de las no linealidades geométricas tienen un impacto en las respuestas estructurales del edificio de acero analizados. Los desplazamientos, fuerzas de corte y momentos flectores presentan variaciones significativas, lo que indica la importancia de

considerar la no linealidad geométrica en los diseños de estos tipos de edificaciones. Conclusión principal: En conclusión, la investigación demuestra que las aplicaciones de las no linealidades geométricas "P-Delta" en los modelos de edificios de acero de 2, 4 y 6 niveles tienen un impacto significativo en las respuestas estructurales. El desplazamiento de piso y entrepiso, las fuerzas de corte y los momentos flectores presentan variaciones importantes al considerar este efecto. Estos hallazgos resaltan la importancia de tomar en cuenta la no linealidad geométrica en los diseños y análisis de estos tipos de estructuras.

Se tiene como antecedentes a los siguientes **artículos científicos** Xicará et al. (2022) En su artículo de título "Optimización de vigas de acople en sistemas e4 de concreto armado según agies nse 2018 y aci 318-19, para la reducción de vulnerabilidad sísmica, mediante un análisis dinámico no lineal" En este estudio se propone investigar utilizar el análisis estructural no lineal dinámico para determinar las cantidades de energías absorbidas en los sistemas estructurales E4 (sistemas duales acoplados) y en cada viga de acoples. El objetivo es determinar las dimensiones óptimas de las vigas de acoples en un edificio de 20 niveles diseñado de acuerdo al Código ACI 318-19, el cual permitiría los usos de acero de altas resistencias de hasta grados 100 en el refuerzo longitudinal y diagonal. Se espera que esta optimización disminuya las vulnerabilidades sísmicas de las estructuras, garantizando los correctos desempeños sismorresistentes. metodología: de tipo aplicada diseño experimental correlacional, enfoque cuantitativo La metodología propuesta consiste en el uso del análisis estructural no lineales dinámicos para analizar el sistema estructural E4 y las vigas de acoples en un edificio de 20 niveles. Se aplicarán las condiciones y requerimientos establecidos por el Código ACI 318-19 en el diseño de las vigas de acople. A través del análisis no lineal dinámico, se cuantificará las cantidades de energías absorbidas en los sistemas estructurales E4 y en cada viga de acoples. Se realizarán diversas iteraciones y ajustes de las dimensiones de las vigas de acople para determinar las dimensiones óptimas que minimicen la absorción de energía y, por lo tanto, reduzcan las vulnerabilidades sísmicas de las estructuras. Resultado principal: El resultado principal de esta investigación será la determinación de las dimensiones óptimas de las vigas de acople en el edificio de 20 pisos. A través del análisis estructural

no lineal dinámico, se cuantificarán las cantidades de energías absorbidas en el sistema estructural E4 y en cada viga de acoples para diferentes configuraciones de dimensiones. Se identificará la configuración que minimice la absorción de energía, lo cual indicará las dimensiones óptimas que reduzcan la vulnerabilidad sísmica de la estructura. Discusión principal: La discusión principal se centrará en el resultado obtenido del análisis estructural no lineal dinámico. Se analizará las cantidades de energías absorbidas en los sistemas estructurales E4 y en cada viga de acoples para diferentes configuraciones de dimensiones. Se discutirán las implicaciones de los resultados en términos de las vulnerabilidades sísmicas de las estructuras y se destacará las importancias de la optimización de las dimensiones de las vigas de acople en el diseño sismorresistente. Conclusión principal: En conclusión, esta investigación plantea como objetivo determinar las dimensiones óptimas de las vigas de acoples en un edificio de 20 pisos mediante el análisis estructural no lineal dinámico. Los resultados permitirán reducir la absorción de energías en los sistemas estructurales E4 y en cada viga de acoples, disminuyendo así la vulnerabilidad sísmica de la estructura. Se resaltarán las importancias de considerar el uso de vigas de acople y los análisis no lineales dinámicos en los diseños sismorresistentes de edificios altos en Guatemala.

Mehrboda et al. (2022) en su artículo de título "Evaluación de vulnerabilidad sísmica de puentes de arco de piedra mediante análisis dinámico no lineal utilizando el método de elementos discretos" El presente artículo describe las evaluaciones de los desempeños sísmicos de dos puentes de arco de piedra históricos pertenecientes a la red ferroviaria de Irán. Estos puentes, que varían en longitud y características, son de gran importancia patrimonial y requieren de un análisis detallado para comprender su comportamiento ante eventos sísmicos. metodología: se respalda en un enfoque cuantitativo y un diseño de estudio de tipo experimental. Se emplea un método de elementos discretos y se realiza un análisis dinámico incremental para analizar el daño, los patrones de falla y la aceleración del umbral de colapso de los puentes. La muestra utilizada en este estudio consiste en los dos puentes de arco de piedra históricos pertenecientes a la red ferroviaria iraní. Se considera tanto el puente más pequeño, con una longitud de 66,7 m, como el puente más grande, con una

longitud de 106,1 m. Estos puentes representan casos de estudio relevantes debido a su importancia histórica y a las diferencias en sus características estructurales. El método utilizado desarrolla las evaluaciones del desempeño sísmico de los puentes son los análisis dinámicos incrementales mediante los métodos de elementos discretos. Se realizan análisis estáticos bajo carga de gravedad y posteriormente se ejecutan análisis dinámicos considerando ambas componentes horizontales de los sismos simultáneamente. Resultado principal: El resultado principal de esta investigación revela diferencias significativas en el desempeño sísmico de los puentes analizados. Se observa que el puente más pequeño experimenta un daño más extenso, con fallas en las enjutas superiores de los arcos y en las pilas del puente. Por otro lado, el puente más grande, que presenta una luz amplia en el arco central, muestra daño y fallas más pronunciadas en dicho arco y sus enjutas. Discusión principal: La discusión principal se enfoca en el resultado logrado del análisis del desempeño sísmico de los puentes. Se analizan las diferencias en el daño y las fallas observadas en cada puente, así como las implicaciones de estos resultados en términos de vulnerabilidad sísmica. Se destaca la importancia de considerar las características estructurales y arquitectónicas de los puentes al evaluar su desempeño ante eventos sísmicos. Conclusión principal: En conclusión, este estudio proporciona una evaluación detallada del desempeño sísmico de dos puentes de arco de piedra históricos en Irán. Los resultados logrados permiten identificar diferencias importantes en el daño y las fallas entre los puentes más pequeño y más grande. Se resalta la importancia de considerar la vulnerabilidad sísmica de estas estructuras históricas y la necesidad de tomar medidas de preservación y rehabilitación adecuadas para garantizar su seguridad y conservación a largo plazo.

Valente (2021) en su artículo de título Este estudio se enfoca en la vulnerabilidad sísmica y la respuesta sísmica de cinco campanarios históricos de mampostería localizados en el sureste de Lombardía, Italia. Se utiliza un procedimiento simplificado preliminar sugerido por el Código italiano, así como simulaciones numéricas avanzadas, para investigar estas características. metodología: La metodología utilizada en este estudio combina un enfoque simplificado sugerido por el Código italiano y simulaciones numéricas avanzadas. Se desarrollan

modelos tridimensionales detallados de elementos finitos (FE) que incorporan una ley constitutiva de plasticidad de daño específica para la mampostería. Se realizan análisis dinámicos no lineales utilizando diferentes acelerogramas para estudiar en detalle la respuesta sísmica de los campanarios. La muestra de estudio consiste en cinco campanarios. Estos campanarios representan una tipología de construcción particularmente vulnerable a los eventos sísmicos. Resultado principal: El resultado principal de este estudio es que la característica geométrica y las propiedades de vibraciones de los campanarios son los principales factores que influyen en su desempeño sísmico. Los análisis dinámicos no lineales revelan que las características de los acelerogramas también influyen en la energía disipada por el daño por tracción y en los desplazamientos máximos normalizados de los campanarios. Asimismo, se destaca la importancia de las características geométricas estructurales en la distribución de los daños en diferentes partes de los campanarios. Discusión principal: La discusión principal se fija centralmente en los resultados obtenidos de los análisis dinámicos no lineales y su comparación con el enfoque simplificado sugerido por el Código italiano. Se discuten las limitaciones de este enfoque simplificado en la evaluación sísmica de los campanarios, destacando la importancia de considerar los análisis dinámicos no lineales para comprender adecuadamente la respuesta sísmica de estas estructuras históricas. Conclusión principal: En conclusión, este estudio investiga la vulnerabilidad sísmica y la respuesta sísmica de campanarios históricos de mampostería en el sureste de Lombardía, Italia. Se encuentra que la característica geométrica y la propiedad de vibración son factores clave en el desempeño sísmico de estos campanarios. Además, se destaca la influencia de las características de los acelerogramas en la energía disipada y los desplazamientos máximos. Se enfatiza la importancia de considerar análisis dinámicos no lineales para una evaluación precisa de la respuesta sísmica de los campanarios y se discuten las limitaciones del enfoque simplificado sugerido por el Código italiano. Estos hallazgos contribuyen al conocimiento de la protección y conservación de los campanarios históricos frente a eventos sísmicos.

Se tiene como antecedentes a los siguientes **artículos en otros idiomas** Pietro croce et al. (2021) En la investigación titulada “Non-linear Methods for the

Assessment of Seismic Vulnerability of Masonry Historical Buildings” El artículo aborda la evaluación del rendimiento sísmico de estructuras de mampostería existentes, con un enfoque en la preservación del patrimonio cultural y edificios históricos. Se desarrolla un procedimiento de evaluación de riesgo sísmico llamado E-PUSH, que mejora los programas de análisis pushover para edificios de mampostería. Se validó utilizando estudios de referencia y comparando los resultados con programas comerciales. Se observa unas revisiones de los métodos de macroelementos para las evaluaciones sísmicas de los edificios de mamposterías, considerando diferentes hipótesis de modelado y criterios de fallo. Se discutirán los resultados de un estudio de caso relevante de un edificio de cuatro pisos. Finalmente se llega a la conclusión El procedimiento E-PUSH ofrece una evaluación rápida y confiable del índice de riesgo sísmico en edificios de mampostería. Los resultados destacan la importancia de las hipótesis de modelado y criterios de fallo en la estimación del riesgo sísmico.

Núñez et al. (2021) en su artículo de título “Nonlinear dynamic analysis of steel buildings subjected to earthquakes” Introducción: En este estudio, se emplea los análisis dinámicos no lineales para evaluar las respuestas estructurales de seis edificios de diferentes alturas y configuraciones en cumplimiento con la NSR-10 (norma colombiana sismorresistente) y la microzonificación sísmica de Bogotá. Se utilizan dos tiempos-historias de sismos bien registrados en Bogotá DC para realizar la evaluación. metodología: La metodología utilizada consiste en aplicar los enfoques no lineales utilizando unos softwares de elementos finitos y seguir los lineamientos establecidos por FEMA 356. Se realiza un análisis estructural utilizando 81 señales sísmicas de los terremotos de Mesas de los Santos y 78 señales de los terremotos de Quetames, ambos con registros proporcionados por la red de acelerómetros de Bogotá. Se consideran el movimiento de tierras perpendiculares en las direcciones norte-sur, este-oeste y vertical. La muestra de estudio comprende seis edificios con diferentes alturas y configuraciones. Se realiza un análisis exhaustivo de las conexiones de momento en los pisos inferiores, intermedios y superiores de los edificios para comprender la capacidad del diseño original y se identifican las bisagras de plástico para comprender la respuesta estructural no lineal en caso de terremotos individuales. Resultado principal: revelan las edificaciones de acero muestran una mayor

eficiencia estructural comparando con las edificaciones de concretos reforzados que igualmente fueron analizadas en investigaciones previas. Los mapas de oscilación muestran las áreas más afectadas de la ciudad en las direcciones Y y X, lo que permite identificar las zonas de mayor vulnerabilidad sísmica. Discusión principal: La discusión principal se centra en los resultados del análisis dinámico no lineal y en la comparación entre edificaciones de acero y edificaciones de concreto reforzado. Se analiza el comportamiento estructural de las conexiones de momento en diferentes niveles de los edificios y se evalúa la capacidad del diseño original. Conclusión principal: En conclusión, este estudio demuestra que las edificaciones de aceros tienen una mayor eficiencia estructurales comparado con las edificaciones de concretos reforzados analizadas. El análisis dinámico no lineal permite comprender las respuestas estructurales y la distribución del daño en caso de terremotos. Los resultados adicionan a una mejor comprensión de la respuesta sísmica de los edificios y pueden ser utilizados para mejorar los diseños y las medidas de mitigación sísmica en la construcción de edificaciones en zonas sísmicas.

Acito et al. (2020) en su artículo “Seismic vulnerability of masonry buildings: Numerical insight on damage causes for residential buildings by the 2016 central Italy seismic sequence and evaluation of strengthening techniques” Este estudio se enfoca en investigar las causas del daño y el colapso de estructuras residenciales de mampostería durante la secuencia sísmica que afectó el centro de Italia en 2016. Se analizan las características estructurales de los edificios afectados y se realizan análisis numéricos detallados para comprender su vulnerabilidad sísmica y proporcionar valiosas recomendaciones para la reconstrucción de los centros históricos de las ciudades. metodología: La metodología utilizada incluye una serie extensa de análisis numéricos para un edificio de mampostería de dos pisos seleccionado como muestra representativa. Se consideran hipótesis realistas sobre las propiedades de los materiales, la conexión entre las paredes de hojas múltiples, diferentes sistemas de techado y la presencia de pisos rígidos o flexibles. Los análisis numéricos se dividen en análisis dinámicos modales y análisis dinámicos no lineales. Para estos últimos, se utilizan acelerogramas de entrada registrados durante los principales eventos sísmicos de 2016 por la estación acelerométrica permanente

de Amatrice, uno de los municipios más afectados. Se adopta una ley constitutiva elastoplástica con parámetros de daño en tensión razonables. Resultado principal: Los resultados numéricos obtenidos muestran una buena correspondencia con el comportamiento observado de los edificios residenciales de baja altura después de los eventos sísmicos en Amatrice. Esto demuestra la validez del enfoque numérico utilizado. Se identifica la mala calidad del material de mampostería y la rigidez insuficiente de los sistemas de pisos y cubiertas como las principales causas de la vulnerabilidad sísmica y los mecanismos de colapso. Discusión principal: La discusión principal se centra en los resultados de los análisis numéricos y su relación con el comportamiento observado de los edificios afectados durante los eventos sísmicos. Se resalta la importancia de la calidad del material de mampostería y la conexión adecuada entre las paredes como factores clave para limitar los daños y reducir la vulnerabilidad sísmica. Conclusión principal: En conclusión, este estudio destaca las causas del daño y el colapso de estructuras residenciales de mampostería durante la secuencia sísmica en el centro de Italia en 2016. Se demuestra la validez del enfoque numérico utilizado y se identifican la mala calidad del material de mampostería y la rigidez insuficiente de los sistemas de pisos y cubiertas como factores críticos de la vulnerabilidad sísmica. Estos hallazgos proporcionan información importante para la reconstrucción de los centros históricos de las ciudades afectadas, enfatizando la importancia de utilizar materiales de alta calidad y mejorar la conexión estructural para reducir la vulnerabilidad sísmica en estructuras de mampostería.

En relación a todos estos antecedentes y de acuerdo con nuestra investigación se presenta las siguientes bases teóricas.

Variable independiente (causa) En esta sección, se abordarán las variables independientes clave que conforman la base de la investigación. Estas variables son fundamentales para comprender y evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el AAHH San Pedro, Chimbote, en 2023.

Variable Independiente 1: MÉTODOS DE REGRESIÓN NO LINEAL Los "Métodos de Regresión No Lineal" se refieren a un conjunto de técnicas estadísticas utilizadas en la investigación para realizar el modelamiento entre la

relación de la variable dependiente y 1 o más variables independientes cuando esta relación no se ajusta a una forma lineal. Estos métodos permiten la identificación de todo patrón y la tendencia subyacentes en todos los datos, lo que facilita la comprensión de cómo ciertas variables afectan a otras de manera no lineal (IBM, 2022).

Variable Independiente 2: MÉTODOS DE PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO Los "Métodos de Predicción de Riesgo Probado" se refieren a enfoques analíticos y estadísticos que se utilizan para evaluar y anticipar el riesgo de eventos futuros o resultados no deseados en función de datos históricos y variables relevantes. Estos métodos permiten a los investigadores estimar la probabilidad de que ocurran eventos específicos, La información es esencial para tomar decisiones fundamentadas y la gestión de riesgos en diversos contextos, incluyendo la ingeniería civil y la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de estructuras (Samaniego y Sánchez, 2020).

Tratamiento o manipulación (propuesta de insumo reciclado o natural que sea sostenible y económico/ técnica innovadora (tratamiento) /método/etc. A continuación, se detallan las dos variables independientes principales y cómo se abordarán en la investigación:

Variable Independiente 1: MÉTODOS DE REGRESIÓN NO LINEAL En esta variable, se analizarán los métodos de regresión no lineal utilizados en el estudio. Se explorarán las técnicas y enfoques específicos aplicados para evaluar la no linealidad geométrica y su relación con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el AAHH San Pedro (IBM, 2022).

Variable Independiente 2: MÉTODOS DE PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO Esta variable se enfoca en los métodos de predicción de riesgo probado utilizados en la investigación. Se describirán las técnicas y herramientas empleadas para evaluar la no linealidad en las curvas de capacidad y su influencia en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas (Samaniego y Sánchez, 2020).

Dimensiones de la variable independiente

En esta sección, se desglosarán las dimensiones específicas de cada variable independiente, lo que permitirá comprender mejor cómo se evaluarán y medirán en el estudio.

Dimensiones de Variable Independiente 1: Métodos de Regresión No Lineal

Tabla 1. *Métodos de Regresión No Lineal*

Dimensión	Descripción
No Linealidad Geométrica	Evaluar el grado de no linealidad geométrica en las estructuras
No Linealidad del Material	Analizar la no linealidad en el comportamiento de los materiales

Dimensiones de Variable Independiente 2: Predicción de Riesgo Probado

Tabla 2. *Predicción de Riesgo Probado*

Dimensión	Descripción
Daño Directo	Evaluar la no linealidad en las curvas de capacidad de las viviendas
Daño probado	Analizar la curva de fragilidad como método de predicción del riesgo

Indicadores de las dimensiones

A continuación, se presentan los indicadores clave que se utilizarán para medir y evaluar cada una de las dimensiones de las variables independientes:

Indicadores para la Dimensión "No Linealidad Geométrica" (Sharad y Suhasini, 2015).

- Desplazamiento Relativo Máximo.
- Deformación Máxima en Elementos Estructurales.
- Curva Carga-Desplazamiento.
- Amortiguamiento no Lineal.
- Relación Fuerza-Desplazamiento.

Indicadores para la Dimensión "No Linealidad del Material" Bazzano y Perez (2017)

- Características del material utilizado.
- Comportamiento no lineal de los materiales bajo cargas sísmicas.
- Factores de Modificaciones de Rigidez (R).
- Coeficiente de Modificaciones de Periodo (Tc).

Indicadores para la Dimensión "Daño directo" (Viera Arroba et al., 2020)

- Control de desplazamientos.
- Rotación plástica.
- Comportamiento por corte

Indicadores para la Dimensión "Daño probable" (Viera Arroba et al., 2020).

- Aplicación de las curvas de fragilidad.
- analiza las aceleraciones y los desplazamientos espectrales.
- Las velocidades picos o las aceleraciones picos.

Normativa nacional e internacional: Se analizarán las normativas nacionales e internacionales relevantes en el campo de la ingeniería sísmica que guiarán la evaluación de las variables independientes y la determinación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas.

Se utilizarán las siguientes

((FEMA 356), 2000), (ATC-40, 2015) y (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016):

Ensayos a realizar con normativas

Se especificarán los ensayos y pruebas que se llevarán a cabo de acuerdo con las normativas nacionales e internacionales para evaluar las variables independientes y la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el AAHH San Pedro, Chimbote.

Esta estructura proporciona una visión detallada y organizada de cómo se abordarán las variables independientes en la investigación, junto con los indicadores y dimensiones relevantes. Además, se considera la normativa y los ensayos necesarios para llevar a cabo el estudio de manera rigurosa y precisa.

Variable dependiente (efectos)

En esta sección, se abordarán las variables dependientes clave que representan los efectos de la investigación. Estas variables son esenciales para comprender

y evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el AAHH San Pedro, Chimbote, en 2023 (SULCA-HUAMAN y DELGADILLO, 2022).

Variable Dependiente: VULNERABILIDAD SÍSMICA

La "Vulnerabilidad Sísmica" se refiere a la medida en que las viviendas y estructuras de una determinada área están expuestas y son susceptibles a sufrir daños o colapsos como resultado de un evento sísmico, como un terremoto. Esta variable dependiente se evalúa mediante un análisis integral que considera varios factores, como la resistencia estructural de las viviendas, la capacidad de respuesta sísmica de los materiales de construcción y la evaluación de daños y deformaciones posteriores al sismo. La medición de la vulnerabilidad sísmica es fundamental para comprender y mitigar los riesgos asociados a los eventos sísmicos, contribuyendo así a la seguridad de las comunidades y la planificación de medidas de prevención y respuesta adecuadas (SULCA-HUAMAN y DELGADILLO, 2022).

Tratamiento o manipulación (propuesta de insumo reciclado o natural que sea sostenible y económico/ técnica innovadora (tratamiento) /método/etc. A continuación, se detallan las variables dependientes y cómo se abordarán en la investigación:

Variable Dependiente: Vulnerabilidad Sísmica; esta variable representa la vulnerabilidad de las viviendas en el AAHH San Pedro ante eventos sísmicos. Se analizarán los tratamientos y enfoques propuestos para mejorar la resistencia y la capacidad de respuesta de las viviendas frente a los efectos sísmicos (SULCA-HUAMAN y DELGADILLO, 2022).

Dimensiones de la variable independiente

En esta sección, se desglosarán las dimensiones específicas de la variable dependiente, lo que permitirá comprender mejor cómo se evaluarán y medirán en el estudio.

Dimensiones de Variable Dependiente: ANALISIS DE VULNERABILIDAD SIMICA ((FEMA 356), 2000).

Dimensión	Descripción
-----------	-------------

Evaluación de Daños Sísmicos	Medición de los daños y deformaciones en las viviendas tras un sismo.
Capacidad de Respuesta Sísmica	Evaluación de la capacidad de las viviendas para resistir sismos.
Vulnerabilidad ante Desastres Sísmicos	Análisis de la vulnerabilidad general de las viviendas ante sismos.

Indicadores de las dimensiones, a continuación, se presentan los indicadores clave que se utilizarán para medir y evaluar cada una de las distintas de todas las dimensiones de la variable dependiente:

Indicadores para la Dimensión "Evaluación de Daños Sísmicos" ((FEMA 356), 2000).

- Extensión de Daños Físicos.
- Evaluación de Deformaciones.
- Análisis de Fracturas Estructurales.

Indicadores para la Dimensión "Capacidad de Respuesta Sísmica" ((FEMA 356), 2000).

- Resistencia Estructural.
- Amortiguamiento Sísmico.
- Evaluación de Cargas Sísmicas.

Indicadores para la Dimensión "Vulnerabilidad ante Desastres Sísmicos" ((FEMA 356), 2000).

- Evaluación de la Vulnerabilidad General.
- Análisis de Amenazas Sísmicas.
- Evaluación de la Resistencia de la Vivienda.

Normativa nacional e internacional; se analizarán las normativas nacionales e internacionales relevantes en los campos de la ingeniería sísmica que guiarán la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas y las dimensiones de la variable dependiente.

Se utilizará el ((FEMA 356), 2000).

Ensayos a realizar con normativas, se especificarán los ensayos y pruebas que se llevarán a cabo de acuerdo con las normativas nacionales e internacionales para evaluar las vulnerabilidades sísmicas de las viviendas en el AAHH San Pedro, Chimbote.

Regresión no lineal; según IBM (2022) en el contexto de las estructuras, la regresión no lineal se refiere a un enfoque de análisis utilizado para modelar y predecir el comportamiento de estructuras que exhiben respuestas no lineales. A comparación de las regresiones lineales, que asume unas Relaciones lineales entre la variable independiente y la variable dependiente, la regresión no lineal permitirá modelar Relaciones más complejas y no lineales. En el campo de las estructuras, las respuestas no lineales pueden surgir debido a una variedad de factores, como la deformación no lineal del material, la presencia del elemento estructurales no lineales (como conexiones no lineales o Articulaciones flexibles), la interacción entre diferentes componentes estructurales y cargas no lineales aplicadas.

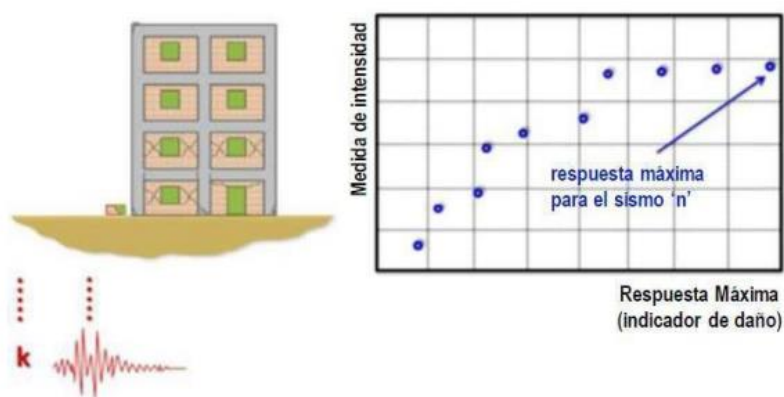


Figura 1. Detalle de alcances obtenidos por el análisis dinámico incremental

El enfoque de regresión no lineal en estructuras implica ajustar un modelo matemático no lineal a los datos experimentales o numéricos obtenidos de la estructura en estudio. Esto implica identificar los parámetros del modelo que mejor se ajusten a los datos observados, a través de técnicas de optimización y métodos numéricos. Una vez realizado el ajuste el modelo no lineal a los datos, se podría usar para poder predecir el comportamiento de la estructura en diferentes condiciones o bajo diferentes cargas. Esto puede ser útil para evaluar

la seguridad estructural, optimizar el diseño de la estructura o comprender mejor su comportamiento en situaciones no lineales. Es importante tener en cuenta que la regresión no lineal en estructuras requiere una cuidadosa selección y formulación del modelo matemático, así como datos precisos y confiables para su calibración. Además, el análisis no lineal de estructuras puede ser computacionalmente intensivo y requerir el uso de métodos numéricos avanzados para su implementación.

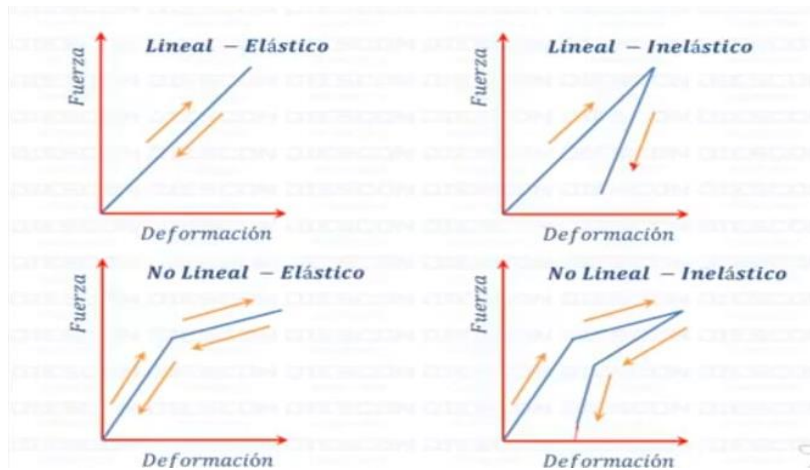


Figura 2. Procedimiento utilizando el método estático no lineal.

Además, En cuanto a las respuestas estructurales no lineales, se puede afirmar que se establece unos métodos aproximados y sistemático para analizar las reacciones del elemento y/o sistemas estructurales cuando se enfrentan a un movimiento sísmico intenso. Este enfoque se reconoce como una herramienta valiosa para representar de manera efectiva los comportamientos globales, mediante las Relaciones entre fuerzas y desplazamientos, así como entre esfuerzos y deformaciones. Los análisis matemáticos no lineales implican que se toma unos modelos que reflejen en las propiedades de los elementos y las estructuras principales, y simulará su respuesta al aumentar gradualmente la fuerza lateral, superando eventualmente un desplazamiento predefinido o llegando al punto de colapso del edificio. Esta representación gráfica nos proporciona una base para evaluar el desempeño de otras construcciones similares (Sharad y Suhasini, 2015).

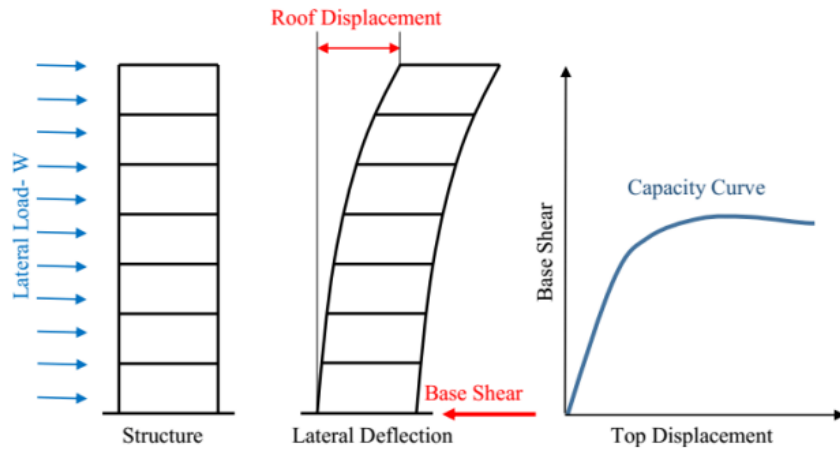


Figura 3. Etapas de una deformación del material

La capacidad de los elementos estructurales se refiere al punto en el cual la deformación ocasiona la formación de zonas críticas de plastificación. En elementos como vigas y columnas construidos con materiales como concreto reforzado o acero, estas áreas son conocidas como rótulas de Momento-Rotación ($M - \theta$) en sus extremos. Por otro lado, en elementos edificados con albañilería, se denominan rótulas de Carga Axial ($F - D$). Las rótulas generadas por el comportamiento de flexión ($M - \theta$) se obtienen a partir de un gráfico de momento-curvatura derivado del análisis de esfuerzo-deformación del concreto y el acero en una sección crítica del elemento. Además, se considera una longitud de plastificación que indica la concentración de daño desde el extremo del componente (Loa Canales, 2017).

Los modelos de MANDER son utilizados para representar los patrones de respuesta inelástica del concreto, ya sea con o sin confinamiento. En esta perspectiva, la deformación unitaria final o de falla del concreto se manifiesta cuando se produce la fractura del refuerzo transversal, lo que resulta en la pérdida de la capacidad de contención del núcleo de concreto y, por ende, en deformaciones laterales significativas del mismo. Para el concreto bajo confinamiento, se establece una deformación máxima de 0.004, mientras que para el no confinado, se asigna una deformación máxima de 0.015. Del mismo modo, para describir el comportamiento del acero de refuerzo, se sugiere emplear el MODELO DE PAULAY & PARK, que contempla una deformación

unitaria máxima de 0.09 y un esfuerzo último que excede en un 50% al esfuerzo de fluencia.

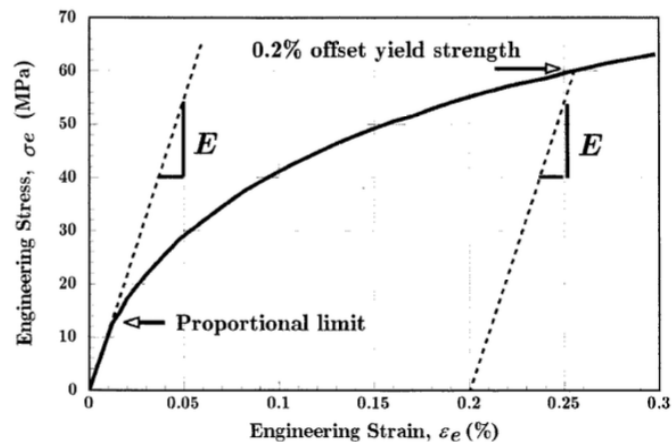


Figura 4. Curvas de deformación del acero

En relación a la albañilería, esta se ha modelado como columnas anchas, considerando su comportamiento bajo cargas axiales en el muro. Asumiremos que las rótulas plásticas se formarán en los centros de las alturas de los elementos, alineada con las capacidades de los sistemas estructurales. Para analizar el comportamiento global, que involucra la relación entre las fuerzas cortantes en las bases y el desplazamientos de las partes superiores de los niveles superior del edificio, empleará unos procesos analíticos llamado ANÁLISIS PUSHOVER, que se basa en cargas laterales crecientes y los subsiguientes desplazamientos incrementales, con el fin de generar una representación gráfica que ilustre el comportamiento general de la estructura (Aji Pranata , 2018).

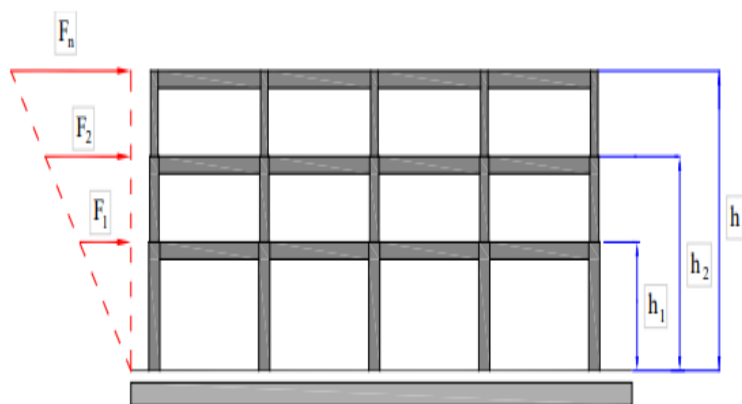


Figura 5. Distribución de fuerzas aplicada en el análisis con empuje incremental (push-over).

MÉTODOS DE REGRESIÓN NO LINEAL: El método de Regresiones no lineales son técnicas estadísticas utilizadas para modelar y analizar Relaciones entre variables en las cuales la relación no se ajusta a una forma lineal. A comparación de las Regresiones lineales, en donde se supone que las Relaciones entre la variable son de tipo lineales, en las Regresiones no lineales se permite que la función que relaciona las variables pueda tener formas más complejas y curvilíneas. Estos métodos son especialmente útiles cuando los datos presentan patrones no lineales y la relación entre las variables es más compleja de describir con una línea recta. Los métodos de regresión no lineal pueden abordar una variedad de funciones no lineales, como polinomios de grados superiores, exponenciales, logarítmicas, sigmoideas y muchas otras. Estos modelos se ajustan a los datos observados al encontrar los parámetros de la función no lineal que mejor se ajusta a los datos y proporcionan una representación más precisa de las Relaciones subyacentes en los datos. (Samaniego y Sánchez, 2020).

Tabla 3. Componentes constructivos de interés para edificios de concreto reforzado y acero estructural, paredes de cortantes y mampostería confinada

Atributos Básicos		Requerimiento para el Modelamiento			Fuentes de Información
		Esencial	Aceptable	Deseable	
Componentes Constructivo	Elemento Tipo Marco (C/R, Acero)	X			Documentación del diseño, observación in-situ, literatura de referencias, códigos de referencias.
	Paredes de Corte (C/R, Acero)	X			
	Paredes de Carga	X			
	Paredes de Relleno		X		
	Elemento de Diafragma		X		
	Techo		X		
	Elemento de fachada		X	X	
Cargas	Cargas muertas y vivas	X			
Modificación	Reacondicionamiento		X	X	Observación in-situ, literatura de referencia
	Daño		X	X	

Fuente: (Samaniego y Sánchez, 2020).

EFFECTO NO LINEAL; en el contexto de su comportamiento no lineal, las deformaciones de un material experimentan un cambio duradero en el tiempo, lo

que resulta en la incapacidad de retornar a su estado original, ocasionando así un estado plástico en el elemento. Como resultado de este fenómeno, tanto la forma como las propiedades del material se ven alteradas. Como resultado, surgen dos clasificaciones de comportamiento no lineal que se originan a partir de las variaciones en las cargas y deformaciones en cada elemento de la estructura (Sharad y Suhasini, 2015). El estudio y desarrollo de estas técnicas numéricas se enmarca dentro del campo de la Continuación Numérica, una disciplina de la Matemática Aplicada. Con el propósito de evitar la combinación simultánea de procedimientos numéricos y conceptos estructurales, se ha optado por presentar inicialmente de manera aislada los métodos numéricos. En las siguientes secciones se abordan las tres categorías principales de métodos numéricos que resultan útiles para las resoluciones del sistema de ecuación no lineales. Estas categorías son las siguientes: Métodos Incrementales, Métodos Iterativos y Métodos de Longitud de Arco.

Tabla 4. Componentes constructivos de interés para edificios de concreto reforzado y acero estructural, paredes de cortantes y mampostería confinada.

Atributos Básicos		Fuentes de Información
Configuración y Dimensiones del Edificio	Numero de Piso Altura de entre piso Numero de Crujías y espaciamiento en la dirección "X" Numero de Crujías y espaciamiento en la dirección "Y"	Documentación del diseño, observación insitu, literatura, códigos de referencia
Características Mecánicas	Concreto Resistencia a la compresión Módulo de elasticidad Deformación unitaria a nivel de esfuerzo máximo	
	Acero de Refuerzo Peso específico Módulo de elasticidad Esfuerzo de fluencia Esfuerzo ultimo Parámetros de Endurecimiento Peso específico	
	Mampostería (confinada / no confinada) Resistencia a la compresión Módulo de elasticidad Resistencia cortante Peso específico	
	Acero estructural Módulo de elasticidad Resistencia cortante Esfuerzo ultimo Peso específico	
Elemento de concreto reforzado	Secciones de transversales de columnas, vigas o paredes de corte	

Características geométricas y detallado estructural	<p>Refuerzo transversal: tipo y espaciamiento</p> <p>Refuerzo longitudinal: tipo y numero</p> <p>Peralte de losa</p>
	<p>Paneles de rellenos de mampostería</p> <p>Dimensiones y espesor de la pared</p> <p>Dimensiones de vanos: puertas y ventanas</p>
	<p>Elementos de mampostería portantes</p> <p>Dimensiones y espesor de la pared</p> <p>Dimensiones de vanos: puertas y ventanas</p> <p>conexiones con otras paredes</p>
	<p>Acero estructural</p> <p>Secciones de transversales de columnas y vigas</p> <p>Secciones transversales de los sistemas de arriostramiento</p> <p>tipos de conexiones</p>

Fuente: (Samaniego y Sánchez, 2020)

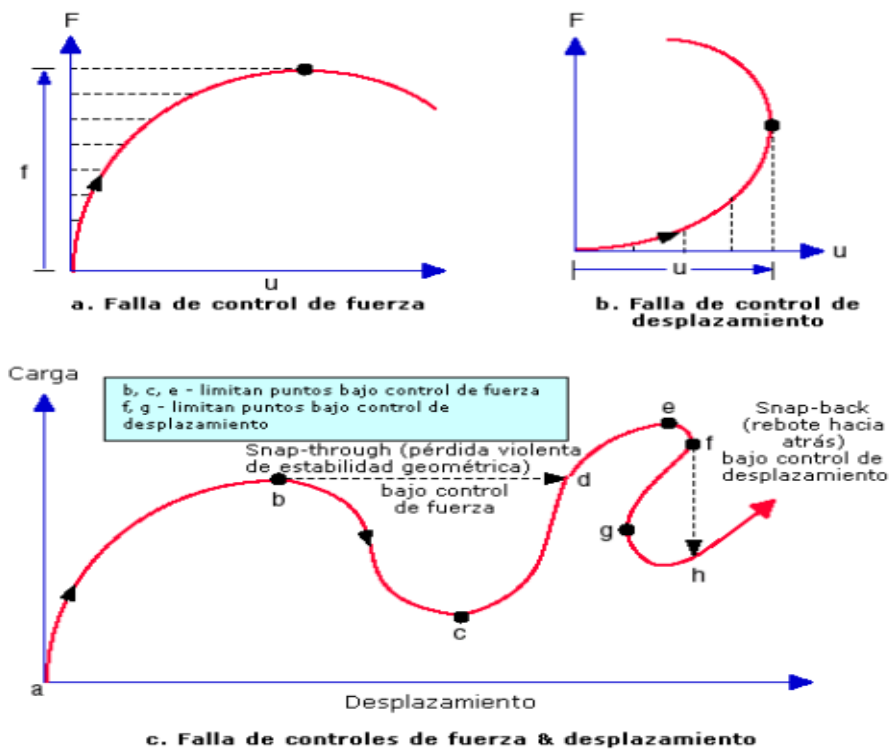
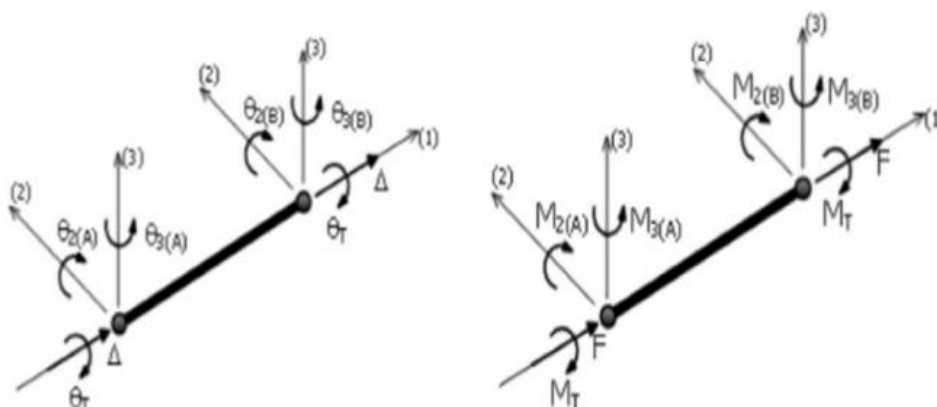


Figura 6. Métodos Incrementales, Iterativos, de Longitud de Arco.

NO LINEALIDAD GEOMÉTRICA; la No Linealidad Geométrica se manifiesta cuando las deformaciones son prominentes, resultando en una considerable modificación de la configuración original del elemento. En situaciones en las que se aplican fuerzas laterales de magnitud apreciable, estas pueden ocasionar deformaciones o movimientos notables en su plano. Esta condición es aún más evidente en estructuras con baja rigidez o resistencia, donde las deformaciones pueden ser aún más pronunciadas (Sharad y Suhasini, 2015).

Según Bazzano y Perez (2017) la no linealidad geométrica en una vivienda se refiere a la consideración de las deformaciones grandes y las interacciones no lineales entre los elementos estructurales debido a las grandes desplazamientos y rotaciones que ocurren en la estructura. En una vivienda, la no linealidad geométrica puede surgir en situaciones donde las deformaciones son significativas, como en estructuras de varios pisos, estructuras de muros delgados o elementos estructurales esbeltos. A diferencia de la aproximación lineal que asume deformaciones pequeñas y desplazamientos proporcionales, la no linealidad geométrica tiene en cuenta los efectos de las grandes deformaciones y la interacción entre los elementos estructurales. La no linealidad geométrica puede afectar el comportamiento estructural de la vivienda de varias maneras. Para abordar la no linealidad geométrica en el diseño y análisis de viviendas, es necesario utilizar métodos numéricos avanzados y modelos matemáticos no lineales. Estos métodos tienen en cuenta las grandes deformaciones y las interacciones no lineales entre los elementos estructurales, lo que permite una evaluación más precisa y realista del comportamiento estructural de la vivienda. Estas deformaciones son visibles en las partes terminales de las columnas. Además, las fuerzas como la gravedad, el viento y otros factores pueden ocasionar momentos de considerables dimensiones, que a su vez inducen desplazamientos adicionales a los que ya han ocurrido.



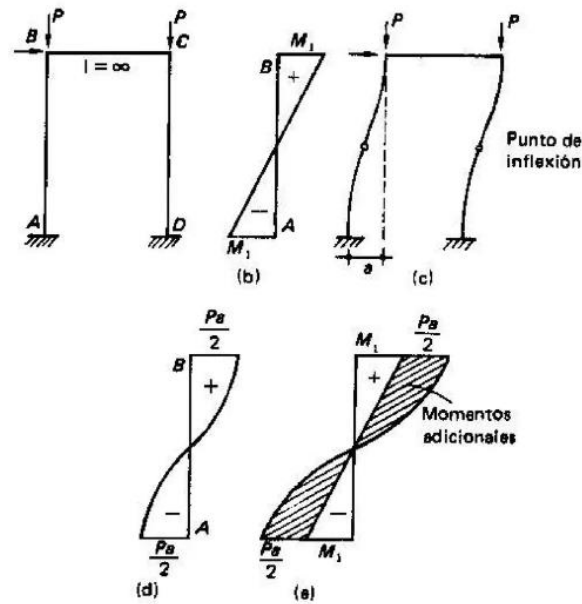


Figura 7. Deformaciones en extremos de columnas

Procedimiento para el Método de No Linealidad Geométrica con Enfoque en ((FEMA 356), 2000) y (ATC-40, 2015)

- 1. Preparación de Datos:** Recolectar datos detallados sobre las características de las viviendas en el AAHH San Pedro, como tipo de construcción, materiales, geometría, ubicación geográfica y condiciones del suelo.

Obtener información sísmica relevante, incluyendo datos de eventos pasados y registros de sismos históricos en la zona.

- 2. Modelado de la Estructura:** Crear un modelo estructural simplificado pero representativo de las viviendas utilizando software de análisis estructural. Esto incluye definir la geometría, materiales, conexiones y propiedades de los elementos.

Utilizar las directrices del método (ATC-40, 2015) para la clasificación de la estructura según su tipo y características.

- 3. Curva de Capacidad y Demanda:** Determinar las curvas de capacidades de las estructuras mediante análisis no lineales estático o dinámico,

siguiendo los procedimientos de (ATC-40, 2015) y teniendo en cuenta los criterios del método ((FEMA 356), 2000) para las evaluaciones de desempeños sísmicos.

Obtener los espectros de demanda sísmica correspondientes a distintos indicadores de amenazas sísmicas para las zonas de estudios.

- 4. Transformación de la Curva de Capacidad:** Utilizar los métodos recomendados por (ATC-40, 2015) para cambiar las curvas de capacidades en unos espectros de capacidades, representado como aceleraciones versus desplazamientos.

Ajustar la curva de capacidad de acuerdo con los criterios de ((FEMA 356), 2000) para tomar en cuenta los efectos de amortiguamiento y la no linealidad.

- 5. Selección de Punto Inicial:** Elegir puntos de desempeños iniciales en los espectros de capacidades (a_{pi} , d_{pi}), tomando en cuenta las recomendaciones de (ATC-40, 2015) para la selección de puntos de capacidad.

Considerar los niveles de daño y desplazamiento aceptables según los límites de ((FEMA 356), 2000).

- 6. Definición del Comportamiento Bilineal:** Siguiendo las pautas de (ATC-40, 2015) desarrollar unas representaciones bilineales de las curvas de capacidades para considerar los comportamientos no lineales de las estructuras.

Definir el punto de cedencia (a_y , d_y) y calcular el amortiguamiento efectivo (β_{eff}) de acuerdo con los tipos de comportamiento histórico sugeridos por ATC 40.

- 7. Ajuste del Espectro de Demanda:** Modificar los espectros de demandas sísmica en base los criterios de ATC 40 para ajustarlo al amortiguamiento efectivo calculado (β_{eff}).

Asegurarse de que el ajuste cumpla con los requisitos de capacidad y desplazamiento sugeridos por (ATC-40, 2015) y ((FEMA 356), 2000).

- 8. Verificación de Intercepción:** Evaluar si los espectros de demanda sísmica ajustado interceptan los espectros de capacidades en los puntos (api, dpi) o dentro de una tolerancia aceptable.

Aplicar los criterios de (ATC-40, 2015) y ((FEMA 356), 2000) para determinar si el desempeño sísmico cumple con los niveles de daño y desplazamiento aceptables.

- 9. Resultados y Desplazamiento Máximo Esperado:** Una vez que los espectros de demandas sísmicas interceptan los espectros de capacidades dentro de las tolerancias, el punto (api, dpi) representa el desplazamiento máximo esperado (dp) para esa demanda sísmica.

El resultado resultados logrados deberán ponerse a comparación con los niveles de daño y desplazamiento aceptables de acuerdo con ((FEMA 356), 2000) y (ATC-40, 2015).

- 10. Análisis de Sensibilidad y Validación:** Realizar análisis de sensibilidad según los lineamientos de (ATC-40, 2015) para evaluar las influencias de diferente parámetro en el resultado.

Validar los resultados obtenidos con datos históricos de eventos sísmicos pasados y observaciones de daños en estructuras similares, siguiendo los principios de (ATC-40, 2015).

Este procedimiento detallado, con enfoque en los métodos ((FEMA 356), 2000 y (ATC-40, 2015), proporciona un enfoque riguroso y completo para implementar el método de no linealidad geométrica en las evaluaciones de las vulnerabilidades sísmicas en el tipo vivienda en el AAHH San Pedro. Al integrar las pautas y criterios de ((FEMA 356), 2000) y (ATC-40, 2015), se obtendrán resultados más precisos y confiables que cumplan con los estándares de seguridad y desempeño establecidos por estas normativas.

NO LINEALIDAD DEL MATERIAL, Según Bazzano y Perez (2017) la no linealidad del material se refiere a los comportamientos de los materiales que no sigue unas Relaciones lineales entre los esfuerzos (fuerzas aplicadas por unidades de áreas) y la deformación es (cambiando de forma o tamaño del material) cuando se somete a cargas o condiciones específicas. En los materiales lineales, como muchos metales en rangos de deformación pequeños, las Relaciones entre los esfuerzos y las deformaciones es proporcional y se puede describir mediante la ley de Hooke. Sin embargo, en muchos materiales, especialmente en aquellos que son más sensibles a cargas intensas o deformaciones grandes, la relación es no lineal y se producen cambios significativos en el comportamiento mecánico.

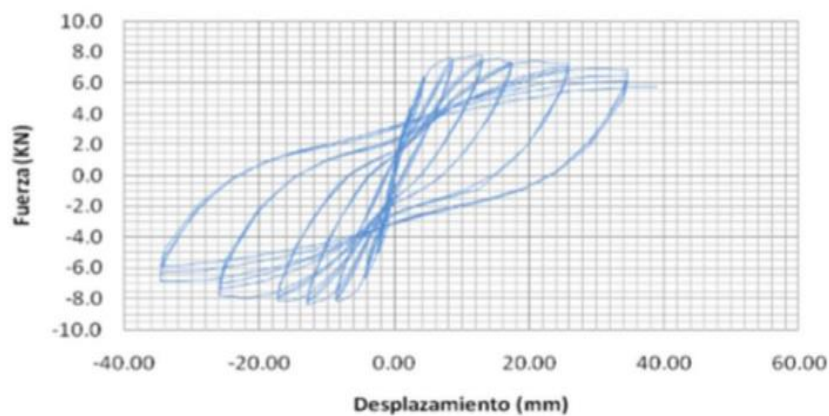


Figura 8. Deformaciones en extremos de columnas

Procedimiento para el Método de Linealidad del Material con Enfoque en ((FEMA 356), 2000), (ATC-40, 2015) y (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

- 1. Preparación de Datos:** Recolectar datos detallados sobre las características de las viviendas en el AAHH San Pedro, incluyendo información sobre los materiales de construcción, geometría y ubicación.

Obtener los registros sísmicos históricos y actuales para la zona de estudio.

- 2. Modelado Estructural y Cálculo de Propiedades:** Crear un modelo estructural detallado de las viviendas utilizando software de análisis estructural.

Calcular las características de tipo mecánica del material a utilizar en las viviendas, como las resistencias de los concretos, módulos de elasticidad y características de los refuerzos.

- 3. Curva de Tensión-Deformación:** Obtener curvas de tensión-deformación para los materiales utilizados en las viviendas, considerando el comportamiento lineal y no lineal de los materiales.

Utilizar modelos de comportamiento de materiales como el modelo bilineal para el concreto y el modelo de endurecimiento suave para el acero, siguiendo las recomendaciones de (ATC-40, 2015).

- 4. Modelado y Análisis No Lineal:** Modelar las viviendas con las propiedades de materiales obtenidas y determinar los análisis de tipo no lineales estáticos o dinámicos.

Considerar la aplicación de cargas sísmicas equivalentes basados en los registros sísmicos y los espectros de diseños de (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016).

- 5. Interpretación de Resultados:** Analizar los desplazamientos, deformaciones y esfuerzos en diferentes partes de las viviendas bajo la acción de las cargas sísmicas.

Evaluar los niveles de daño, incluyendo el estado de las conexiones, fisuras y posibles modos de falla.

- 6. Comparación con Criterios de Daño:** Comparar los resultados obtenidos con los criterios de daño establecidos en (ATC-40, 2015) y la normativa (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016) para evaluar si las viviendas cumplen con los niveles de daño aceptables.

- 7. Ajuste y Validación:**

Ajustar los modelos de análisis de acuerdo con las observaciones de daño real en estructuras similares en eventos sísmicos anteriores.

Validar los resultados obtenidos con datos históricos de sismos y observaciones de daños, utilizando criterios de daño y desempeño establecidos en (ATC-40, 2015) y la normativa (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016).

Este procedimiento adaptado con enfoque en ((FEMA 356), 2000), (ATC-40, 2015)y (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016). ofrece una metodología integral para evaluar las vulnerabilidades sísmicas en el tipo de vivienda en el AAHH San Pedro. Al considerar los comportamientos no lineales del material y las disposiciones de la normativa peruana de diseño sismorresistente, se garantiza que los resultados sean consistentes con los estándares de seguridad y desempeño recomendados por estas referencias.

MÉTODOS DE PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO; los métodos de predicción de riesgo probado son enfoques utilizados para estimar y evaluar el nivel de riesgo de un evento o resultado específico en función de ciertas variables predictoras. Estos métodos se aplican en diversos campos, como la ingeniería, la medicina, las finanzas y la ciencia de datos, para anticipar la probabilidad de ocurrencia de eventos adversos o resultados deseados.

En el contexto de la ingeniería civil y sísmica, los métodos de predicción de riesgo probado se utilizan para evaluar la probabilidad de daños estructurales o colapso de edificaciones y estructuras en caso de eventos sísmicos. Estos métodos incorporan variables Relacionadas con la ubicación geográfica, las características de construcción, las propiedades del suelo y otros factores influyentes para calcular el riesgo de daños sísmicos (Mendia et al., 2017).

PARÁMETRO INDICADOR DE PREDICCIÓN DE RIESGO: Siguiendo las pautas establecidas por las normas técnicas de diseños sismorresistentes en Perú, se sostiene que el tipo de elemento estructural colapsan motivado a el desplazamiento relativo, lo que implica la necesidad de controlar estos

desplazamientos en los distintos niveles del edificio. A través de este análisis, se determina el factor de máxima deriva entre los pisos, lo cual permite evaluar la vulnerabilidad de la edificación frente a eventos sísmicos.

Este parámetro, estandarizado y calculado en base a un porcentaje de deriva, comúnmente conocido como "drift", proporciona una comprensión de cuán susceptible es la estructura a los efectos de los terremotos (Entiéndase Drift como los cambios que ocurren sobre la distribución de una variable específica) y sirve para el indicador de daño, (Mendia et al., 2017).

$$\delta = \frac{\Delta_i - \Delta_{i-1}}{h_i}$$

Este enfoque se clasifica entre las Metodologías directas propuestas por Corsanego y Petrini, ya que establecerán conexiones directas entre las tipologías de la edificación y los niveles de daño observados. Matriz de probabilidades de daños para edificios de poca altura.

Tabla 5. *Matriz de probabilidad de daño para edificios de poca altura*

Estado de Daño	Probabilidad de Daño (%) para cada intensidad de Mercalli Modificada						
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Nulo	99.5	97	85.4	52.9	14.1	0.9	0
Leve	0.3	1.6	6.9	16.9	15.5	3.4	0.1
Moderado	0.2	1.1.	5.4	18.5	30.5	17.6	2.8
Severo	0.0	0.2	1.4	7.00	20.7	28.00	14.6
Colapso	0.0	0.1	0.9	4.7	19.2	50.1	82.5

Métodos de Curvas de capacidad; según Viera et al. (2020) la curva de capacidades, también conocida como curva de resistencia-capacidades, son representaciones gráficas que muestran las capacidades de resistencia de una estructura en relación con la demanda o carga aplicada a la misma. Esta curva es utilizada en ingeniería estructural para evaluar las seguridades y los rendimientos de las estructuras bajo diferentes condiciones de carga. En la curva de capacidad, el eje horizontal representa la demanda o carga aplicada a la

estructura, mientras que el eje vertical representa las capacidades de resistencias de las estructuras. La capacidad de resistencia se puede expresar en términos de esfuerzo, momento, desplazamiento u otro parámetro relevante dependiendo del tipo de estructura y el análisis específico. La curva de capacidad se genera mediante análisis estructurales, generalmente utilizando métodos numéricos o pruebas experimentales. Se obtienen varios puntos de datos que representan diferentes niveles de carga aplicada a la estructura y la correspondiente capacidad de resistencia calculada o medida. La curva de capacidad proporciona información valiosa sobre el comportamiento de las estructuras y sus capacidades para soportar cargas específicas. En particular, se utilizan para evaluar la seguridad estructural, determinar los límites de carga admisibles, identificar las condiciones de carga crítica y comparar la capacidad de resistencia con la demanda esperada.

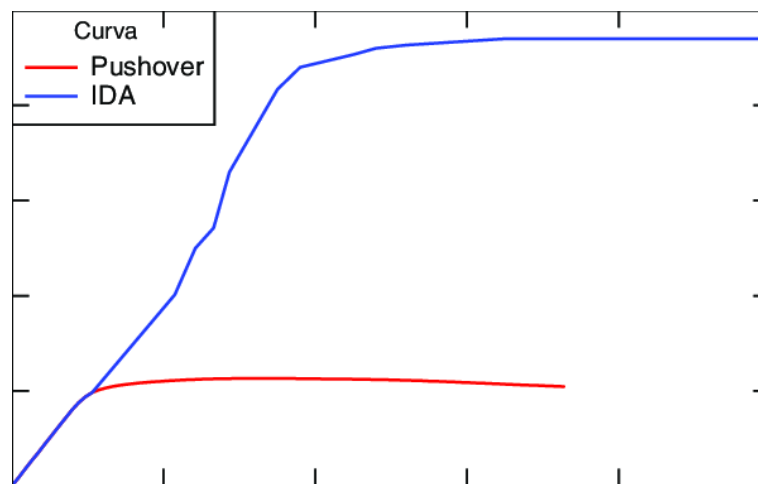


Figura 9. Curva IDA

En el análisis de las curvas de capacidad, se busca asegurar que la propuesta impuesta a la estructura se encuentre por debajo de su capacidad de resistencia. Si la demanda se encuentra por encima de la capacidad de resistencia, indica una condición de sobrecarga o riesgo de falla estructural.

Procedimiento para la Predicción de Riesgo con Curvas de Capacidad con Enfoque en ((FEMA 356), 2000), (ATC-40, 2015) (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

- 1. Recopilación de Datos:** Recolectar información detallada sobre las viviendas en el AAHH San Pedro, incluyendo sus características constructivas, materiales utilizados, geometría y ubicación.
Obtener registros sísmicos históricos y actuales para la zona de estudio.
- 2. Modelado Estructural y Propiedades de Materiales:** Crear modelos estructurales representativos de las viviendas utilizando software de análisis estructural. Calcular las propiedades de los materiales utilizados, como resistencia del concreto, módulo de elasticidad y propiedades del refuerzo.
- 3. Determinación de Curvas de Capacidad:** Calcular las curvas de capacidad para cada vivienda mediante análisis no lineal estático o dinámico, siguiendo los procedimientos de (ATC-40, 2015). Considerar diferentes niveles de demanda sísmica basados en los registros sísmicos y los espectros de diseño de (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016).
- 4. Obtención de Espectros de Riesgo:** Calcular los espectros de riesgo sísmico para diferentes indicadores de nivel de peligros sísmicos en la zona, utilizando los registros sísmicos y los criterios de (ATC-40, 2015) y ((FEMA 356), 2000).
- 5. Predicción de Riesgo:** Para cada nivel de peligros sísmicos, evaluar el comportamiento estructural de las viviendas utilizando la curva de capacidades previamente calculadas. Comparar las curvas de capacidad con los espectros de riesgo para determinar el grado de superposición y la probabilidad de excedencia en diferentes niveles de daño.
- 6. Estimación de Vulnerabilidad:** Utilizar las directrices de (ATC-40, 2015) y (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016) para clasificar los niveles de daños en funciones de la superposición de la curva de capacidad y los espectros de riesgo. Estimar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en términos de niveles de daño y probabilidad de excedencia.
- 7. Análisis de Sensibilidad y Validación:** Realizar análisis de sensibilidad variando los parámetros relevantes en el modelado y análisis, según lo sugerido por (ATC-40, 2015). Validar los resultados obtenidos comparándolos con observaciones de daño en eventos sísmicos pasados

y datos históricos, siguiendo los principios de (ATC-40, 2015) y (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

- 8. Generación de Informe de Vulnerabilidad:** Elaborar un informe detallado que incluya los resultados de la predicción de riesgo, la estimación de la vulnerabilidad sísmica y las recomendaciones para la mitigación de riesgos en las viviendas.

Este procedimiento integral, que combina la metodología de Predicción de Riesgo con Curvas de Capacidad y las directrices de ((FEMA 356), 2000), (ATC-40, 2015) y (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016), permite evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el AAHH San Pedro de manera rigurosa y precisa. Al utilizar estos enfoques y normativas reconocidas internacionalmente, se garantiza que los resultados sean consistentes con los estándares de seguridad y desempeño establecidos por estas referencias.

MATRIZ DE DAÑO PROBADO; la matriz de daño probado constituye una manera eficaz de expresar de forma concisa la magnitud de un evento sísmico y los perjuicios sufridos por una estructura. Este tipo de matriz ilustra la probabilidad de alcanzar un nivel específico de daño en relación con la severidad de un evento sísmico determinado, según el nivel predefinido de gravedad (Braga et al. 1986, p.65).

En el contexto de la evaluación de los niveles de vulnerabilidad, se desarrolla a partir de curvas de fragilidad, las cuales se pueden representar gráficamente con valores probabilísticos que aproximan la probabilidad de ocurrencia de un daño real debido a un efecto sísmico, en relación con una intensidad específica. En un escenario que analiza la aceleración y el desplazamiento espectral, así como la velocidad pico o la aceleración pico (Milutinovic & Trendafiloski, 2003, citado por Garzón, 2020).

La matriz de daño propuesta por Singhal y Kiremidjian (1996) establece cinco niveles de daño para edificios de baja altura, los cuales son: sin daño, daño ligero, daños moderados, daños severos y colapsos. los parámetros seleccionados para lograr realizar las caracterizaciones los movimientos sísmicos es la Intensidad de Mercalli Modificada" (p.26).

Evaluaré los resultados de esta variable utilizando una escala ordinal basada en el manual técnico Hazus MR4, que incluye los siguientes valores:

Tabla 6. *Hazus MR4 escala*

1. Ligeros	2. Moderados	3. Extensivos	4. Completos
------------	--------------	---------------	--------------

Fuente: Hazus

Vulnerabilidad sísmica; Según (SULCA-HUAMAN y DELGADILLO, 2022) las vulnerabilidades sísmicas se refieren a las susceptibilidades de una estructuras o sistema a sufrir un daño o colapsos durante un terremoto. Se basa en las capacidades de las estructuras para resistir la fuerza sísmica generadas por un sismo y su capacidad para mantener su integridad estructural y funcionalidad después del evento sísmico. Las evaluaciones de las vulnerabilidades sísmicas son fundamental para la planificación urbana, la mitigación del riesgo sísmico y para una toma de decisión en el diseño y construcción de estructuras. Se utilizan técnicas y Metodologías de evaluación, como inspecciones visuales, análisis estructurales, pruebas de laboratorio y simulaciones computacionales, para determinar las vulnerabilidades de la estructura existente y guiar las medidas de mejora y fortalecimiento estructural. La reducción de la vulnerabilidad sísmica implica implementar medidas de prevención y mitigación del riesgo, como el uso de técnicas de diseño sismorresistente, mejoras en la calidad de construcción, reforzamiento estructural, actualización de códigos de construcción, planificación urbana adecuada y concientización pública sobre el riesgo sísmico (Makridakis y otros, 2020).

Una de las clasificaciones más reconocidas y complejas en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica proviene de Corsanego y Petrini.

Esta clasificación se basa en el tipo de resultado que se obtiene:

Técnicas directas; permiten prever de manera directa y en una sola etapa el daño ocasionado por un terremoto.

Técnicas indirectas; como paso inicial, se establece un índice de vulnerabilidad para posteriormente vincular el nivel de daño con la intensidad sísmica mediante estudios posteriores al terremoto y análisis estadísticos. Estas técnicas se revelan altamente eficaces en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones a una escala amplia.

Técnicas convencionales; en esencia, son heurísticas y ofrecen un índice de vulnerabilidad sin depender de la predicción específica del daño. Su principal aplicación es la comparación de la vulnerabilidad relativa entre diversas construcciones de la misma tipología en una zona determinada. Un ejemplo más de esta categoría es el método HAZUS ((FEMA 356), 2000). Cabe mencionar que estos métodos indirectos no supervisados ofrecen resultados precisos y que se apoyan en imágenes para poder predecir las reacciones (Li y otros, 2023).

Métodos híbridos: Estas técnicas amalgaman las cualidades de los métodos previamente mencionados, incorporando aspectos como funciones de vulnerabilidad derivadas de observaciones reales y evaluaciones subjetivas de expertos. En general, la vulnerabilidad se categoriza en clases según una escala macro sísmica.

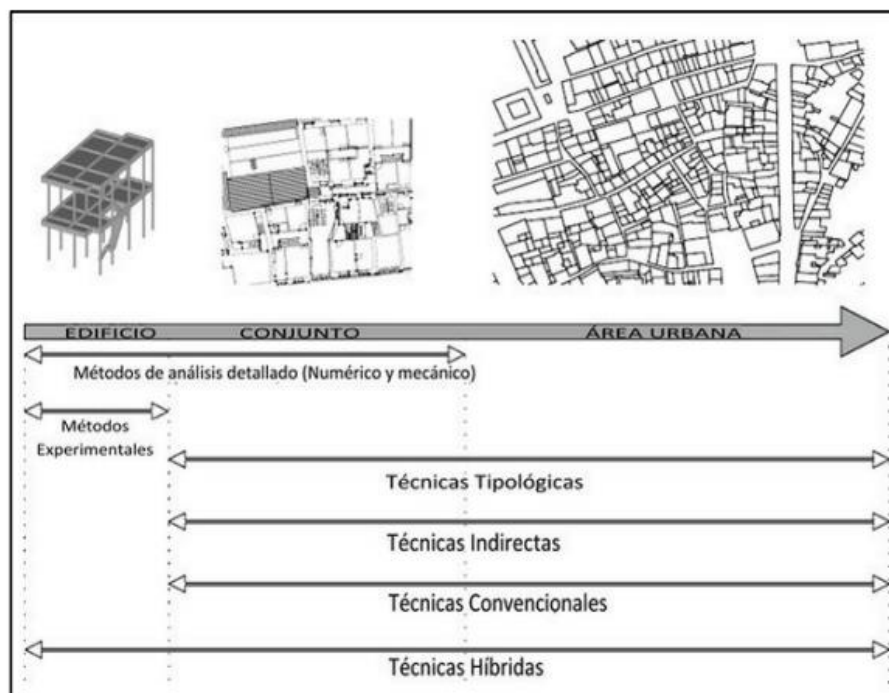


Figura 10. Vulnerabilidad sísmica técnicas de análisis de evaluación.

Los métodos de análisis emplean comúnmente dos enfoques principales: El análisis lineal, tanto estático como dinámico, y El análisis no lineal, también en sus modalidades estática y dinámica. Un ejemplo destacado que implica un enfoque estático no lineal es el Método del Espectro de Capacidad (MEC), el cual ha sido integrado en el documento técnico ATC-40 del año 2015. Otro ejemplo es el Método del Coeficiente de Desplazamiento, utilizado en ((FEMA 356), 2000)

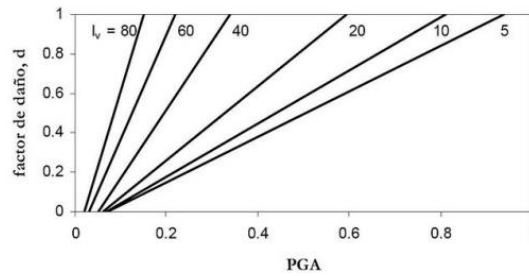


Figura 11. Distribución de una función de vulnerabilidad Sismicidad del Perú

(Carrillo, 2007) La región occidental de América del Sur se encuentra entre las áreas sísmicas más activas globalmente, siendo su actividad principal resultado del movimiento de la placa oceánica (Nazca), como se sabe el Perú se encuentra dentro del cinturón de fuego y en la línea costera se genera frecuentemente los sismos de diversas magnitudes, presentando continuamente movimientos sísmicos. La necesidad de un modelo de riesgo que precise los impactos es sumamente necesario (Desastres, 2021).

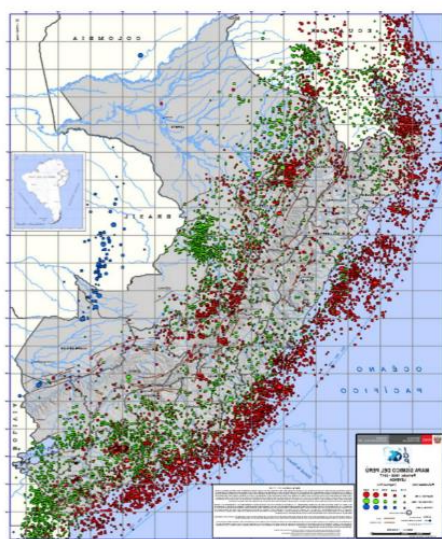


Figura 12. Mapa sísmico del Perú, año 1960 – 2023

Al elaborar el mapa de zonificación sísmica en nuestra nación, se han tenido en cuenta las condiciones sísmicas regionales, abarcando todos los parámetros sísmicos pertinentes, como la ubicación de los focos sísmicos, la trayectoria de las ondas, la distancia epicentral y la energía liberada. Para evaluar el riesgo sísmico probabilístico en el distrito de Chimbote, específicamente en el AA. HH San Pedro, se han considerado las coordenadas geográficas presentadas en la tabla.

Tabla 7. *Coordenadas geográficas del distrito de Chimbote*

Zona de estudio	Coordenadas	
	Longitud	Latitud
Distrito de Chimbote, AA. HH San Pedro	9°5'7"	78°34.7'

Fuente: Elaboración propia

La posición geográfica y el crecimiento urbano, junto con su cercanía al límite occidental de la región costera peruana, lo identifican como un área de mayor riesgo. Existe la probabilidad de que en el futuro esta zona sea afectada por un terremoto de gran magnitud e intensidad, lo que resalta su vulnerabilidad.

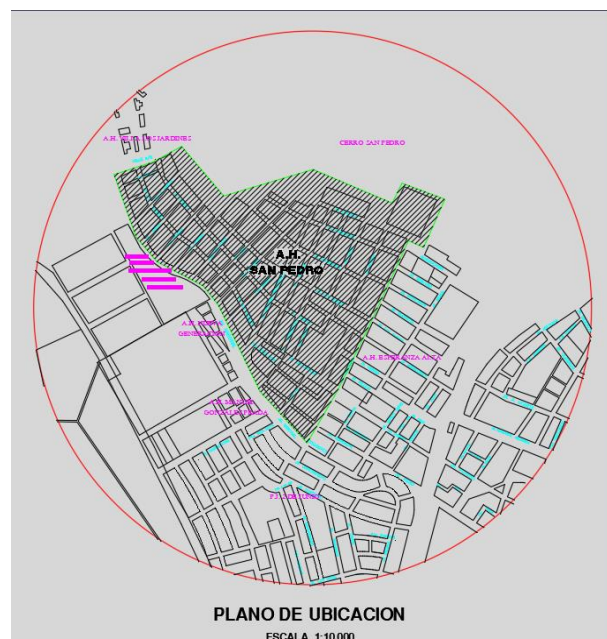


Figura 13. Imagen de plano del AA. HH San Pedro en escala 1:10,000

Edificaciones con Muros de Albañilería

Estos muros se construyen utilizando ladrillos cocidos de arcilla o bloques de concreto, unidos con cemento y mortero de arena. Los techos están compuestos por losas aligeradas con ladrillos huecos o losas macizas de concreto armado. En términos generales, estos techos son lo suficientemente rígidos para funcionar como aberturas, permitiendo que la fuerza sísmica se distribuya de acuerdo con la rigidez de las paredes (Mesta, 2017). En el Artículo 19 de la Norma Técnica E.030 del 2016, se destaca la fórmula para el reforzamiento de muros portantes:

$$\frac{\text{area de corte de los muros reforzados}}{\text{area de la planta típica}} = \frac{\sum L * t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Donde:

L: Longitud total del muro

t: Espesor efectivo del muro

Ap: Área de la planta típica

N: Número de pisos

Z,U,S,N = Parámetros sísmos resistentes especificados en la NTE.

CONDICIONES GEOTÉCNICAS; con el propósito de identificar las propiedades de los suelos que actúan como base para las estructuras bajo estudio, se llevarán a cabo los correspondientes estudios. Los estudios de suelos programados abarcarán: Clasificación de suelos, cuyo propósito es identificar el tipo de suelo que sirve como base de las estructuras bajo análisis. Este análisis proporcionará una visión integral de las propiedades mecánicas fundamentales de los suelos. (Gutierrez, 2018)

Ensayo de corte directo: Este proceso implica la aplicación de cargas verticales a una muestra del suelo de interés, simultáneamente sometiéndola a esfuerzos horizontales para medir el esfuerzo de corte. A través de este ensayo, podemos obtener dos parámetros esenciales del suelo: el ángulo de fricción interna (ϕ) y su cohesión (c)

Profundidad de exploración: Conforme al punto 2.3.2 c de la normativa de suelos (E050), la profundidad mínima de exploración se puede calcular utilizando la siguiente expresión: $p = Df + z$.

Donde Df representa la profundidad de la cimentación, medida desde el nivel del terreno natural hasta el fondo de la zapata más profunda; mientras que z se define como 1.5 veces el ancho de la cimentación prevista, donde B es dicho ancho.

Según las condiciones establecidas en este estudio, se ha calculado que: Df = 1.20 m y Z = 1.5 * 1 m = 1.5 m. Por lo tanto, la profundidad mínima de exploración requerida será: P = 2.7 m.

En relación a las dimensiones en planta, es esencial que estas sean lo suficientemente amplias para permitir la movilidad de un operario. En este contexto, se ha considerado que las dimensiones mínimas de la excavación serán de 0.60 m x 0.60 m x 2.70 m. Sin embargo, en este estudio se han empleado dimensiones mayores de 1.20 m x 1.20 m x 2.70 m.

En resumen, es por ello que la Norma Técnica Peruana (NTP) de Sismorresistente, según la (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016) .030 del 2016, tiene en cuenta los siguientes tipos de suelo indicados en la tabla n°05. Se consideran los siguientes tipos de suelo.

Tabla 8. Valores característicos para distintos perfiles de suelos

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N60	Su
So	>1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	>50	> 100Kpa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 Kpa a 100 Kpa
S3	<180 m/s	< 15	20 Kpa a 050 Kpa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

El factor de amplificación del suelo 'S' se calcula para cada zona sísmica 'Z', teniendo en cuenta los períodos correspondientes T_p y T_L para cada valor del factor 'S'.

Tabla 9. Factor "s"

FACTOR DEL SUELO "S"				
SUELO ZONA	So	S1	S2	S3
Z4	0.8	1	1.05	1.1
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z1	0.8	1	1.6	2

Fuente: (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

Tabla 10. Periodos "TP" y "TL"

Periodos "Tp" y "TL"				
	Perfiles de Suelo			
	So	S1	S2	S3
T_p	0.3	0.4	0.6	1
T_L	3	2.5	2	1.6

Fuente: (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

Modelos de Interacción Suelo-Estructura; los modelos dinámicos de interacción suelo-estructura deben ser detallados rigidez dinámica del suelo de manera más realista. Esto lleva al hecho de que hay datos de deslizamientos, compresión y rotación.

$$R_a = K_a u_a; \quad R_{\varphi\alpha} = K_{\varphi\alpha} \varphi_{\alpha}; \quad (\alpha = x, y, z)$$

Donde:

$R_a, R_{\varphi\alpha}$: Fuerzas de reacción

K_z : Coeficiente de rigidez de compresión elástica uniforme

K_x, K_y : Coeficiente de rigidez de desplazamiento elástico uniforme

$K_{\varphi x}, K_{\varphi y}$: coeficientes de rigidez de compresión no uniformes

$K_{\phi Z}$: Coeficiente de rigidez de desplazamiento no uniforme

μ_{α} : Desplazamiento lineal

ϕ_{α} : Desplazamiento angular

Articulación de métodos, se refiere a la integración estratégica y coordinada de dos o más enfoques, procedimientos o técnicas distintas para abordar un problema o pregunta de investigación de manera más completa, efectiva y enriquecedora. En este contexto, implica combinar y sincronizar diferentes métodos con el objetivo de aprovechar sus fortalezas individuales, permitiendo así un análisis más profundo, una comprensión más holística y una forma de decisión más capacitada en relación a la vulnerabilidad sísmica de viviendas (Bazzano y Pérez , 2017).

ARTICULACIÓN DEL MÉTODO DE LA NO LINEALIDAD DEL MATERIAL CON EL MÉTODO DE DAÑO FÍSICO EN RELACIÓN A LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS

Se refiere a la integración y conexión estratégica de dos enfoques fundamentales en ingeniería sísmica. Por un lado, el método de no linealidad de los materiales explora el comportamiento de los materiales de construcción en situaciones no lineales, considerando cómo se deforman y resisten ante cargas sísmicas variables. Por otro lado, el método de las curvas de capacidad representa gráficamente la respuesta estructural en función de la demanda sísmica, permitiendo comprender cómo una estructura se comporta en diferentes niveles de intensidad sísmica (Bazzano y Pérez , 2017).

La articulación de estos dos métodos implica las incorporaciones de informaciones detalladas sobre los comportamientos no lineal de los materiales en la generación de las curvas de fragilidad

Esto significa que las curvas de capacidad no solo reflejarán cómo la estructura responde en términos generales, sino que también capturarán cómo los materiales subyacentes se comportan en situaciones no lineales. Esta

integración proporciona una representación más precisa y realista de cómo las viviendas se desempeñarán ante eventos sísmicos (Bazzano y Pérez , 2017).

En esencia, la articulación de estos métodos permite evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas considerando tanto las características específicas de los materiales como las condiciones de respuesta estructural. Al comprender cómo los materiales influyen las curvas de capacidad, se puede identificar de manera más precisa cuáles viviendas son más propensas a daños en un evento sísmico y cómo podrían mejorar sus características de resistencia. En conjunto, esta articulación enriquece la comprensión de la vulnerabilidad sísmica y proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas en la mitigación de riesgos y la mejora estructural en comunidades como el Asentamiento Humano San Pedro en Chimbote (Pingo, 2023).

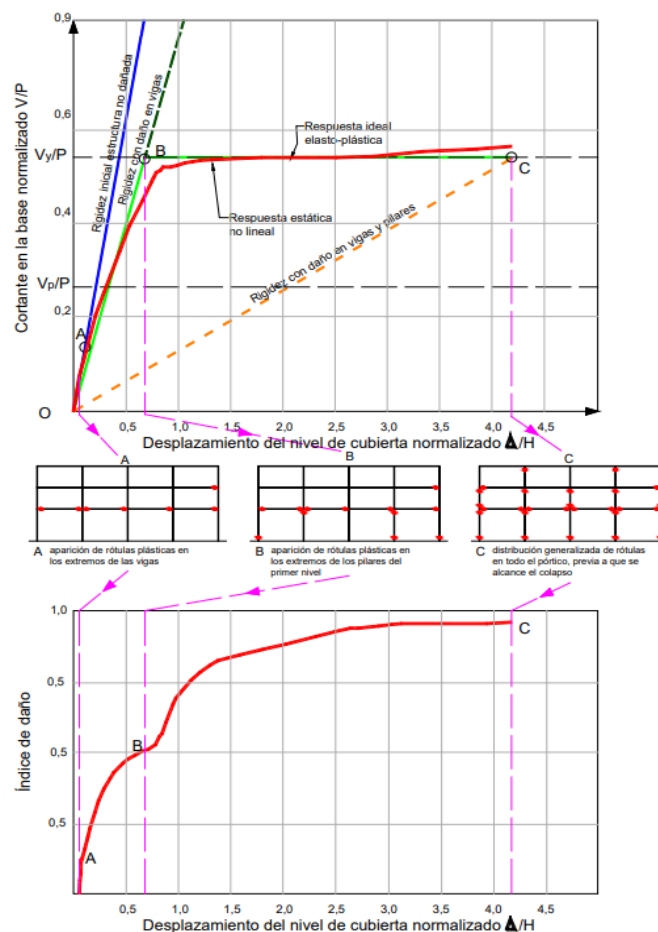


Figura 14. Curvas de capacidad, formación de rotulas plásticas en vigas y pilares

PROCEDIMIENTO DE LA ARTICULACIÓN DEL MÉTODO DE LA NO LINEALIDAD DEL MATERIAL CON EL MÉTODO DE DAÑO DIRECTO

Procedimiento Técnico para la Articulación de la No Linealidad del Material con Curvas de Capacidad basado en ((FEMA 356), 2000), (FEMA 440, 2005) (ATC-40, 2015), y (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016):

- 1. Recopilación de Datos y Modelado Estructural:** Recolectar información detallada sobre las propiedades de los materiales, geometría y sistemas de refuerzo de las edificaciones en estudio. Desarrollar modelos estructurales representativos que consideren la no linealidad del material y la geometría real de las edificaciones.
- 2. Análisis de No Linealidad del Material:** Realizar análisis no lineales de los elementos estructurales, considerando el comportamiento inelástico de los materiales bajo cargas sísmicas. Obtener curvas esfuerzo-deformación para los materiales empleados en las edificaciones.
- 3. Generación de Curvas de Capacidad (FEMA 356, FEMA 440, ATC 40):** Utilizar modelos de análisis no lineal para generar curvas de capacidad que relacionen la demanda sísmica con la respuesta estructural de las edificaciones, siguiendo las normativas ((FEMA 356), 2000), (FEMA 440, 2005) y (ATC-40, 2015).
- 4. Articulación de Datos y Curvas de Capacidad:** Integrar las curvas esfuerzo-deformación obtenidas del análisis no lineal del material con las curvas de capacidad desarrolladas según las normativas ((FEMA 356), 2000), (FEMA 440, 2005) y (ATC-40, 2015). Calibrar y ajustar las curvas de capacidad de acuerdo con los resultados de la no linealidad del material.
- 5. Análisis de Amenaza Sísmica (E.030 Diseño Sismorresistente):** Utilizar registros sísmicos históricos y modelos probabilísticos según la (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016) para definir la amenaza sísmica en la región de estudio.
- 6. Comparación de Curvas de Capacidad con Amenaza Sísmica:** Contrastar las curvas de capacidad ajustadas con los registros sísmicos

históricos y las amenazas sísmicas establecidas en (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016) para determinar los niveles de respuesta esperados.

- 7. Estimación de Vulnerabilidad Sísmica:** Evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comparando las respuestas esperadas obtenidas de las curvas de capacidad con la amenaza sísmica definida por (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016).
- 8. Análisis de Resultados y Reporte:** Analizar los resultados de la evaluación de vulnerabilidad para cada tipo de estructura y diferentes niveles de amenaza sísmica. Elaborar un informe técnico exhaustivo que incluya los resultados obtenidos, las curvas de capacidad ajustadas y las recomendaciones para la mitigación de riesgos.

Este procedimiento técnico permite la evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante la combinación de los enfoques de no linealidad del material y curvas de capacidad, conforme a las normativas ((FEMA 356), 2000), (FEMA 440, 2005), (ATC-40, 2015) y (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016) de Diseño Sismorresistente. La articulación de estos métodos y la aplicación de normativas reconocidas aseguran resultados confiables y consistentes, brindando una evaluación integral de la vulnerabilidad estructural ante eventos sísmicos.

ARTICULACIÓN DEL MÉTODO DE NO LINEALIDAD GEOMÉTRICA CON MÉTODO DE DAÑO PROBADO EN RELACIÓN A LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS

El método de no linealidad geométrica se enfoca en capturar el comportamiento no lineal de las estructuras ante cargas sísmicas variables. La articulación de estos métodos implica emplear la información precisa sobre la respuesta, Relacionado con la evaluación de los niveles de vulnerabilidad, se desarrollan curvas de fragilidad, en las que se puede representar gráficamente valores probabilísticos que estiman la probabilidad de sufrir un daño real debido a un evento sísmico de una intensidad específica. Este análisis abarca diferentes escenarios, considerando la aceleración y el desplazamiento espectral, así como la velocidad pico o la aceleración pico. permitiendo evaluar la vulnerabilidad sísmica de viviendas de manera más precisa. Esta conexión proporciona una

comprensión más holística de cómo las viviendas se desempeñarán ante eventos sísmicos al considerar tanto la incertidumbre en la respuesta como las respuestas no lineales de las estructuras. Esta articulación mejora la precisión de la evaluación de vulnerabilidad sísmica y ofrece unas bases sólidas para lograr una toma de decisiones informada en la mejora estructural y mitigación de riesgos en viviendas, contribuyendo a una mayor seguridad en contextos como el Asentamiento Humano San Pedro en Chimbote (Bazzano y Pérez , 2017).

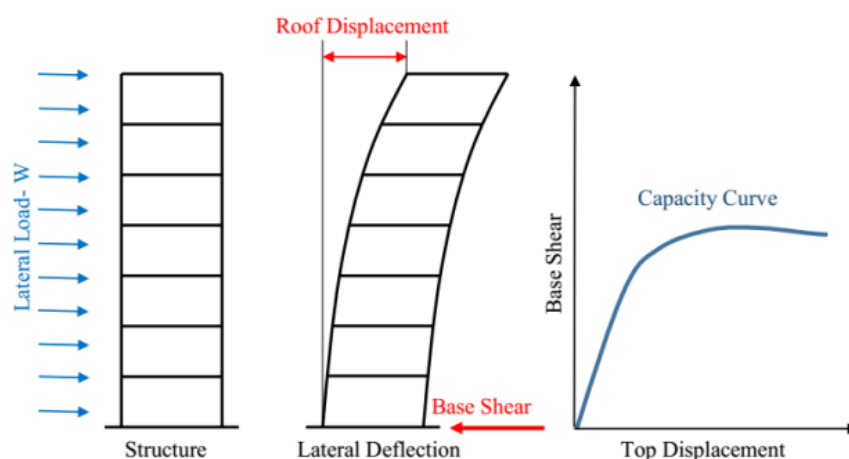


Figura 15. Procedimiento usado el análisis del método no lineal geométrica articulando la regresión cuantílica como respuesta la evaluación precisa de vulnerabilidad sísmica

Procedimiento Técnico para la Articulación del método de no linealidad geométrica con el método de daño probado en relación a la vulnerabilidad sísmica de las viviendas, basado en ((FEMA 356), 2000), (FEMA 440, 2005), (ATC-40, 2015) y (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016):

- 1. Recopilación de Datos y Caracterización de las Viviendas:** Recolectar información detallada sobre las características geométricas, materiales de construcción, sistemas de refuerzo y detalles constructivos de las viviendas en estudio.
- 2. Análisis de Amenaza Sísmica (E.030 Diseño Sismorresistente):** Utilizar registros sísmicos históricos y modelos probabilísticos según (LA

NORMA TÉCNICA E.030, 2016) para definir la amenaza sísmica en la región de estudio.

- 3. Análisis de No Linealidad Geométrica:** Realizar análisis no lineales de las viviendas, considerando la no linealidad geométrica bajo cargas sísmicas. Obtener desplazamientos y deformaciones inelásticas para evaluar la respuesta estructural.
- 4. Generación de Curvas de fragilidad (FEMA 356, FEMA 440, ATC 40):** Utilizar modelos de análisis no lineal para generar curvas de fragilidad que relacionen la demanda sísmica con la respuesta estructural de las viviendas, siguiendo las normativas ((FEMA 356), 2000), (FEMA 440, 2005) y (ATC-40, 2015).
- 5. Medir gráficamente valores probabilísticos,** se trata de un contexto en el cual se examinan la aceleración y el desplazamiento espectral, así como la velocidad pico o la aceleración pico., la relación probabilística entre la demanda sísmica y los parámetros de vulnerabilidad de las viviendas.
- 6. Articulación de Curvas de fragilidad y vulnerabilidad sísmica:** Integrar las curvas de capacidad desarrolladas según las normativas ((FEMA 356), 2000), (FEMA 440, 2005) y (ATC-40, 2015) con los resultados de las curvas de fragilidad, considerando los niveles de amenaza sísmica definidos por (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016).
- 7. Estimación de Vulnerabilidad Sísmica:** Evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas comparando las respuestas esperadas obtenidas del método de daño probado con las curvas de fragilidad ajustadas a la amenaza sísmica definida por (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016).
- 8. Análisis de Resultados y Reporte:** Analizar los resultados de la evaluación de vulnerabilidad para cada tipo de vivienda y diferentes niveles de amenaza sísmica. Elaborar un informe técnico completo que incluya los resultados obtenidos, las curvas de fragilidad con el análisis de no linealidad geométrica y las recomendaciones para la mitigación de riesgos.

Este procedimiento técnico permite una evaluación integral de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas mediante la combinación de los métodos de No

Linealidad Geométrica y el método de Daño probado, en relación a las normativas ((FEMA 356), 2000), (FEMA 440, 2005), (ATC-40, 2015) y (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016) de Diseño Sismorresistente. La articulación de estos enfoques y la aplicación de normativas reconocidas garantizan resultados precisos y confiables en las evaluaciones de la respuesta sísmica de las viviendas.

Tabla 11. *Cuadro de articulaciones*

MÉTODOS DE REGRESIÓN NO LINEAL	ARTICULACIÓN	MÉTODOS DE RIESGO PROBADO
MÉTODO DE NO LINEALIDAD GEOMÉTRICA		DAÑO DIRECTO
MÉTODO DE LA NO LINEALIDAD DEL MATERIAL		DAÑO PROBADO

II. METODOLOGÍA

Tipo, enfoque y diseño de investigación: El enfoque Metodológico utilizado en este estudio es de tipo aplicado, dado que se emplean teorías que respaldan las variables de investigación. Las investigaciones aplicadas se fundamentan en los resultados de investigaciones previas conocidas como básicas, ya que se desarrollarán métodos basados en leyes y normativas establecidas tales como (FEMA 356, FEMA 440, ATC 40 Y NORMA TECNICA E.030) siendo estas ligadas al presente trabajo de investigación, orientadas en resolver problemas en la sociedad (Arias Gonzáles, 2021).

Enfoque de investigación, según la perspectiva de Hernández y Mendoza, en lo que respecta al enfoque cuantitativo, el cual se Relación con números y procesos numéricos, en la actualidad se ha incorporado enfoques grupales como una forma de obtener hipótesis más sólidas. En este sentido, la Metodología cuantitativa contribuye a verificar las afirmaciones planteadas al inicio del estudio (Hernandez y Mendoza, 2018).

El diseño de la investigación, en relación al diseño, se trata de una investigación de naturaleza no experimental, lo que implica que las variables de la investigación no son manipuladas deliberadamente. Los diseños no experimentales no involucran una intervención intencionada en las variables, (Arias Gonzáles, 2021).

Alcance: como aluden (Hernandez y Mendoza, 2018, pág. 154). Estos diseños establecen Relaciones entre variables sin necesariamente implicar una relación causal o la intención de establecer Relaciones de causalidad.

La investigación tiene un alcance transversal debido a su enfoque integral en múltiples dimensiones del diseño estructural sismo resistente de la vivienda, lo que permite obtener una comprensión más completa y precisa de la problemática y las soluciones propuestas.

El nivel de la investigación, en relación al nivel, esta investigación se encuentra en un nivel descriptivo. En esta etapa, se explicarán los fenómenos observados,

describiendo las propiedades y características de las variables de estudio (Arias Gonzáles, 2021).

Variables, la definición conceptual de la variable independiente 1: “Métodos de regresión no lineal”, La regresión no lineal es un enfoque utilizado para descubrir un modelo no lineal que describa la relación entre una variable dependiente y un conjunto de variables independientes. A diferencia de la regresión lineal convencional, que se limita a estimar modelos lineales, la regresión no lineal tiene la capacidad de estimar modelos con relaciones no lineales entre las variables independientes y las dependientes (IBM, 2022).

Además, se incluye la Definición Operacional: En ocasiones, es posible transformar muchos modelos inicialmente no lineales en modelos lineales, lo que permite analizarlos utilizando el método de Regresión lineal. Si hay dudas sobre cuál modelo es apropiado, el procedimiento de Estimación curvilínea puede ser útil para identificar relaciones funcionales relevantes que existan en los datos. (IBM, 2022).

Por otro lado, la definición conceptual de la variable dependiente: Vulnerabilidad Sísmica, la vulnerabilidad sísmica representa una métrica para categorizar estructuras en función de sus características y calidad estructural, en un rango que va desde no vulnerable hasta muy vulnerable ante la exposición a un terremoto. En otro sentido, en los estudios de riesgo sísmico a nivel urbano, es esencial que la metodología para evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificios sea relativamente sencilla, de modo que pueda aplicarse en áreas extensas como centros urbanos, donde hay numerosas edificaciones con una amplia diversidad de propiedades, (Maldonado Rondón y Chio Cho, 2019).

De acuerdo con la descripción operativa de la variable dependiente: Las funciones de vulnerabilidad se generan utilizando datos reales de daño observado o mediante métodos artificiales. Una de las variantes más destacadas son las funciones de vulnerabilidad que establecen una relación entre un índices de vulnerabilidades y índices de daños, influenciado por un parámetro que describe los movimientos de los terrenos, (Maldonado Rondón y Chio Cho, 2019).

Población y muestra, Población La población es la totalidad de las unidades de muestra presentes en un estudio, de las cuales se obtienen las propiedades necesarias para su consideración. Estas unidades pueden ser objetos, personas y otros elementos. En resumen, la población es el conjunto completo de elementos que se analizan en una investigación, en mi caso serán las viviendas del AAHH San Pedro, el cual se divide en dos sectores, pero se tomara como población al sector N°1 del AA.HH. San Pedro, por tener el tipo de suelo inestable, por tener una topografía ondulado y por las diferentes características deficientes de viviendas autoconstruidas, siendo estos parámetros fundamentales para modular la edificación mediante el método de regresión no lineal en el programa ETABS, pues es el método más completo para hallar en mi caso, el nivel de vulnerabilidad sísmica. (Hernandez y Mendoza, 2018). Serán consideradas como nuestra población un total de 863 lotes ubicados dentro del sector N°1 del AA.HH. San Pedro, Chimbote.

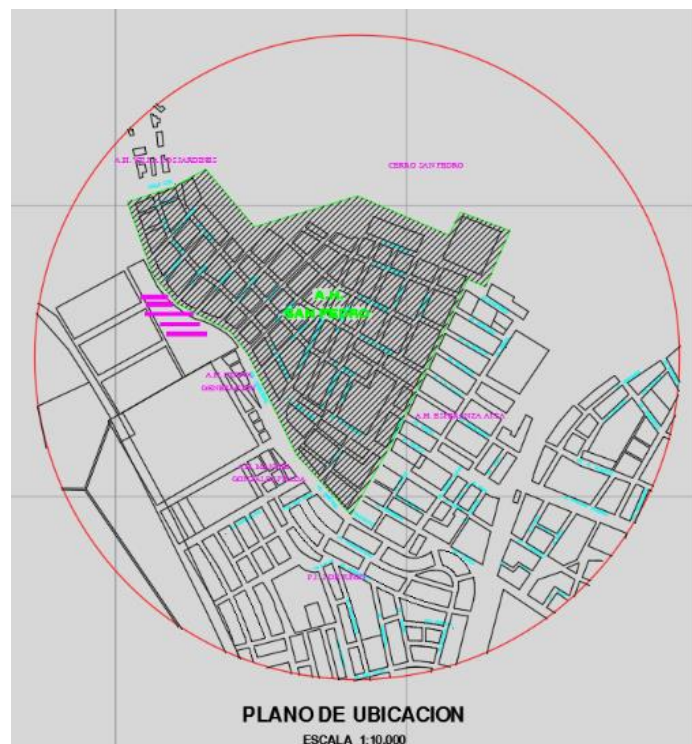


Figura 16. Delimitación del sector N°1 del AA.HH. San Pedro a estudiar

Muestra: La delimitación adecuada de la población se refiere a establecer los límites específicos de la población bajo estudio. (Hernandez y Mendoza, 2018). En este caso, estará definida por las viviendas ubicadas en el AAHH. San Pedro

Se aplicará la fórmula para población conocida mediante la media poblacional se utilizará la siguiente fórmula cuantitativa para población finita, cuya cantidad de elementos es posible de determinar.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(N - 1) e^2 + Z^2 * p * q} \qquad n = \frac{157.476}{8.802} = 17.89$$

Nivel de confianza: 1-a = 95.0% Za = 1.96

Es el porcentaje de confianza de que la muestra será representativa de la población.

Tabla 12. Porcentaje de confianza

1-a	Coficiente (za)
90.0%	1.645
95.0%	1.96
97.5%	2.24
99.0%	2.576

N: total de población: 863 total de lotes

p: proporción esperada: 0.95% de probabilidad de que el resultado sea favorable

q: 0.05% de probabilidad de que el resultado No sea favorable

e: Nivel de error aceptado: 10% es el error máximo aceptado en la representividad de la muestra

Utilizando la fórmula mostrada nos dio 17.89 lotes, pero se redondeará la muestra a 20 lotes, de acuerdo a nuestra población, se realizará ensayos complementarios basado en las normas FEMA 356, FEMA 440, ATC 40 y E.030 y E.050 de Diseño Sismorresistente, para representar las condiciones reales de vulnerabilidad sísmico.

Criterios de inclusión; en el proceso de selección de la muestra para nuestro estudio de vulnerabilidad sísmica en el sector N°1 del AA.HH. San Pedro, Chimbote, se han establecido criterios específicos. Primeramente, se incluirán únicamente aquellas viviendas situadas dentro de la demarcación geográfica del sector N°1. Además, se considerarán aquellas construidas sobre suelo inestable,

ya que este factor se revela como fundamental para el análisis de vulnerabilidad sísmica. La inclusión de viviendas en áreas de topografía ondulada y con características deficientes propias de construcciones autoconstruidas también es crucial para abordar de manera integral la evaluación de la vulnerabilidad.

Criterios de exclusión: Para la investigación se excluyen viviendas ubicadas fuera del sector N°1 del AA.HH. San Pedro, ya que nuestro enfoque se centra exclusivamente en este sector específico. Asimismo, se descartan viviendas construidas sobre suelos estables, dado que el interés radica en estudiar la vulnerabilidad en suelos inestables. Aquellas construcciones que no presenten características asociadas a autoconstrucciones también son excluidas, pues este aspecto se considera esencial en la investigación.

Finalmente, la muestra se limitará a los 20 lotes seleccionados aleatoriamente, excluyendo cualquier lote adicional fuera de esta selección para mantener la consistencia en la representación de la población.



Figura 17. Número total de lotes dentro del sector elegido

Muestreo: El muestreo que se aplicará será de tipo No Probabilístico, El muestreo No probabilístico por conveniencia, ya que la selección será con criterio en base a la población. (Hernandez y Mendoza, 2018) (p.176). Por lo que se utilizarán normas respaldadas en base al criterio de un especialista, es por ello que se remitirá unas cartas a cada propietario de los lotes destinados según nuestra muestra para que puedan autorizar el estudio y ensayos en sus lotes,

como nuestra muestra nos sale con un número total de 20 lotes con un margen de error de 0.05% se realizara un adicional de 15 lotes más, pues se corre el riesgo de que no todas estas autorizaciones sean firmadas y como nuestro muestreo es de tipo no probabilístico por conveniencia se optó por realizarlo de este modo, permitiendo obtener resultados representativos y generalizables de la población de indagación.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos: **Técnicas** se emplearon la técnica de observación, que establece una relación directa entre el investigador y el objeto de estudio, sin intermediarios más allá de los instrumentos de observación. Esto implica verificar las características y propiedades de las estructuras en su entorno real, incluyendo la disposición estructural. En este método, se busca identificar posibles fallas físicas, como agrietamientos y erosiones. También se recurrirá a fuentes documentales, como libros, artículos, y documentos especializados en el campo de la indagación, para recopilar información. Por último, se seguirán las pautas establecidas por normativas como la E.030, ATC40, FEMA 440 y 356, así como la ASCE 41-13, como punto de partida para el modelado de las estructuras y el análisis de la mecánica de suelos.

Instrumentos de recolección de datos En relación a los instrumentos empleados, se emplearán fichas de observación y normas técnicas peruanas como herramientas para llevar a cabo la evaluación de cada metodología. Además, se utilizarán hojas de Microsoft Excel como apoyo. Estos instrumentos serán de gran utilidad para analizar y registrar las situaciones observadas durante el transcurso de la investigación.

La ficha de observación posibilita que el investigador registre las situaciones que logra percibir durante la investigación, tal como señalan Ñaupas et. al (2018).

Por tanto, para la recopilación de datos, se requiere el uso de herramientas específicas. Para llevar a cabo el análisis dinámico no lineal incremental, se empleará el manual "Evaluación sísmica y modernización de edificios existentes" de ASCE 41-13, así como la Norma Técnica Peruana E.030 (2018). Para el modelado de la estructura, el análisis modal espectral y el análisis no lineal de

geometría y material, se utilizará el software ETABS 2017 v.17.0.1. Para el análisis de parámetros estadísticos, se recurrirá al y Microsoft Excel 2016. Además, se utilizarán fichas de registro para documentar los resultados obtenidos, así como en los estudios de suelo y las pruebas de esclerometría.

Validez; la validez de los instrumentos se refiere al nivel en el que un instrumento efectivamente mide la variable que tiene la intención de medir (Hernandez y Mendoza, 2018).

En relación con lo mencionado, podemos afirmar que los instrumentos empleados en la ejecución del proyecto propuesto, tales como la prueba de esclerometría, el estudio de suelos y el software de análisis no lineal ETABS V17, cuentan con una validez directa. Estos instrumentos son producidos por empresas reconocidas y han sido sometidos a rigurosas verificaciones y pruebas de calidad. Es relevante señalar que gozan de una amplia aceptación y usos en los campos de la ingeniería civil, respaldando así su validez interna dentro del contexto de la investigación

Confiabilidad de los instrumentos.; En relación a la confiabilidad, podemos definirla como el nivel en el que la repetición del uso del mismo instrumento en el mismos individuos u objetos producen resultados consistentes y similares (Hernandez y Mendoza, 2018).

En cuanto a su confiabilidad se basa en la garantía de consistencia en los resultados que proporcionan. Estos instrumentos han sido diseñados y calibrados para ofrecer mediciones precisas y consistentes en diferentes situaciones. Por lo tanto, su confiabilidad se respalda en la capacidad de producir datos coherentes y repetibles en distintas ocasiones proporcionada por los fabricantes de dichos instrumentos. En caso de que sean suministrados por una empresa, también se puede confiar en la confiabilidad de estos instrumentos debido a la reputación y calidad del proveedor.

En el caso del software de análisis no lineal ETABS V17, su confiabilidad se sustenta en el algoritmo basado en el método del elemento infinito que ha sido implementado en su programación. Esto significa que, al ingresar los mismos

datos en dos mediciones diferentes, los resultados obtenidos serán consistentes y coincidentes. En consecuencia, es posible afirmar que la confiabilidad de esta herramienta está asegurada.

Procedimiento; el procedimiento implica un proceso esquematizado de pasos esenciales para obtener la información necesaria que nos permitirá alcanzar los objetivos y validar la hipótesis de investigación, según lo propuesto por Bernal (2006). El proceso de recolección de datos seguirá estos pasos: Elegir las estructuras que sean representativas para el análisis. Utilizar las herramientas necesarias para recolectar la información requerida. Verificar la exactitud de los datos recolectados, garantizando un nivel de confianza adecuado. Procesar la información y presentar de manera gráfica los resultados obtenidos. Evaluar y debatir sobre los hallazgos resultantes.

Así mismo, el procedimiento para el desarrollo de la investigación será mediante la recolección de datos y posteriormente el modelamiento mediante software, los análisis a realizar en esta investigación pueden incluir los siguientes pasos:

Recopilación de datos: Obtener la información necesaria sobre la estructura de las viviendas, sus características geométricas, materiales utilizados, condiciones del suelo, normativas de diseño sismo resistente, entre otros datos relevantes.

Preparación del modelo estructural: Utilizar el software de análisis estructural (ETABS) para crear un modelo tridimensional de la vivienda. Esto implica definir los elementos estructurales como columnas, vigas, losas, etc., asignar propiedades de materiales, y establecer las condiciones de apoyo y restricciones.

Carga de datos sísmicos: Obtener registros sísmicos apropiados para la ubicación geográfica de la vivienda y cargarlos en el software. Estos registros pueden ser adquiridos de bases de datos o generados mediante simulaciones.

Análisis dinámico modal espectral: Realizar un análisis modal espectral para determinar la frecuencia natural y el modo de vibraciones de las estructuras. Este análisis permite obtener información sobre el comportamiento dinámico de la vivienda frente a cargas sísmicas.

Análisis no lineal estático: Realizar un análisis no lineal estático para evaluar las capacidades de resistencias de la estructura frente a las fuerzas sísmicas. Este análisis implica la aplicación de cargas incrementales y la consideración de las no linealidades geométricas y de los materiales.

Curvas de fragilidad: Generar curvas de fragilidad que representen la respuesta de la estructura en función de diferentes niveles de intensidad sísmica. Estas curvas permiten evaluar el desempeño de la vivienda y determinar si cumple con los criterios de diseño sismo resistente, en base a la norma E-030, ASCE 41-13 Y FEMA 356.

Evaluación de resultados: Analizar los resultados obtenidos de los análisis realizados, considerando aspectos como las deformaciones, desplazamientos, esfuerzos y daños en la estructura. Comparar los resultados con los criterios de diseño y normativas aplicables.

Interpretación de los resultados: Evaluar las curvas de fragilidad de resistencia de la estructura y determinar si es necesario realizar modificaciones o mejoras para garantizar su comportamiento sismo resistente. Identificar áreas de mejora y sugerir recomendaciones para fortalecer la seguridad estructural de la vivienda.

Método de análisis de datos; La investigación propuesta se enfocará en el análisis y medición de parámetros estructurales de las viviendas del AA. HH San Pedro, Chimbote 2023. Este enfoque será no experimental y cuantitativo, centrándose en el uso del método de análisis dinámico no lineal incremental para el estudio.

En 1er lugar, se llevó a cabo el modelado de las estructuras para verificar el diseño estructural conforme a las especificaciones de la (norma peruana E.030, ATC 40, FEMA 440 – 356 Y ACSE 41-13. Esto permitió evaluar las respuestas de las estructuras ante cargas sísmicas y verificar su adecuación a los criterios de diseño establecidos. (Samaniego y Sánchez, 2020)

Análisis estático y dinámico de la edificación estructural, en 2do lugar, se realizaron los análisis dinámicos no lineales incrementales. Esta técnica de

análisis permitió evaluar los comportamientos no lineales de las estructuras de las viviendas frente a cargas sísmicas, teniendo en cuenta las respuestas inelásticas de los elementos estructurales. Se consideraron diferentes combinaciones de carga y se realizaron simulaciones para obtener información detallada sobre la respuesta de la estructura, incluyendo desplazamientos, deformaciones y demandas de capacidad de los elementos. (Samaniego y Sánchez, 2020).

Análisis dinámico no lineal incremental, la estructura de las viviendas debe ser analizada teniendo en cuenta las acciones sísmicas combinadas con las cargas muertas y al $<$ el 25% de la carga viva, de acuerdo a las directrices establecidas en la norma E.030, ACSE 41-13, FEMA 440-356. Para desarrollar este análisis, se utilizó el método de análisis dinámico no lineal de respuestas en los tiempos, empleando el software ETABS 17.0. Para realizar dicho análisis, es necesario contar con un modelo estructural preciso y uno o varios registros sísmicos. Estos registros deben ser corregidos y ajustados de acuerdo al espectro base, así como escalados a múltiples niveles de intensidad. Con esta información, se generan una o varias curvas que relacionan la respuesta estructural parametrizada con los distintos niveles de intensidad sísmica considerados. (Samaniego y Sánchez, 2020)

Corrección de los registros sísmicos; la corrección por líneas bases consisten en determinar una curva polinómica que se ajuste de manera óptima al par de valores de aceleraciones en función de los tiempos. Luego, se resta a las aceleraciones reales los valores correspondientes obtenidos a través de la ecuación derivada de la regresión. Este proceso permite eliminar las tendencias espurias de la línea de base que pueden ser evidentes en los historiales de desplazamientos, obtenidos a partir de las integraciones temporales de registros de aceleraciones no corregidos. Esta técnica ha sido ampliamente validada por lo que se utilizará un polinomio lineal para realizar la corrección. (Samaniego y Sánchez, 2020)

Para “No linealidad geométrica”, en el análisis estructural, el modelado de la no linealidad geométrica implica considerar los desplazamientos y deformaciones grandes que acontecen en la estructura. Esto se logra mediante la

implementación de elementos finitos no lineales que tienen en cuenta la variación de la geometría a medida que la estructura se deforma. Este método tiene en cuenta las deformaciones grandes y las interacciones entre los diferentes elementos de la estructura. En el análisis de la no linealidad geométrica, utilizaremos herramientas y software especializados que pueden modelar y calcular los efectos de deformación no lineal en la estructura. Estos softwares incluyen el software de análisis estructural como ETABS que nos permitirán simular y evaluar la respuesta no lineal de la estructura. Permitiendo una valoración más precisa del comportamiento de la estructura ante cargas y desplazamientos grandes. Esto permite reconocer mejor las posibles fallas y mejorar el diseño de la estructura.

Análisis de desplazamiento incremental: Este método contiene aplicar incrementos graduales de carga o deformación a la estructura y calcular las respuestas correspondientes en cada etapa. Se utilizarán algoritmos de reiteración para resolver las ecuaciones no lineales y obtener los resultados finales.

Método de elementos finitos no lineal: Este método utilizaremos el enfoque de elementos finitos para modelar la estructura y consideraremos las no linealidades geométricas en las ecuaciones de equilibrio. Se aplicarán incrementos de carga o deformación y se resuelve el sistema de ecuaciones resultante para obtener las respuestas de la estructura en cada etapa.

Para “No linealidad del material”, Las no linealidades del material se refieren a los comportamientos no lineales exhibidos por los materiales de construcción cuando se someten a cargas o deformaciones significativas. A diferencia de los materiales lineales, los materiales no lineales presentan respuestas no proporcionales a las cargas aplicadas, lo que puede resultar en cambios en la rigidez, resistencia y otras propiedades mecánicas del material. El modelado de la no linealidad del material implica considerar los comportamientos no lineales del material en el modelo de elementos finitos. Esto implica utilizar curvas de esfuerzo-deformación no lineales, que representan las propiedades mecánicas del material de manera más precisa en comparación con los modelos lineales. En el análisis estructural, los métodos para considerar la no linealidad del material,

como el análisis no lineal estático, permiten considerar el comportamiento no lineal de los materiales y sus efectos en la respuesta de la estructura. Esto permite identificar y predecir mejor los puntos de falla, la redistribución de esfuerzos y las capacidades de cargas reales de las estructuras.

Modelos constitutivos no lineales: Estos modelos representan los comportamientos no lineales del material mediante relaciones constitutivas que tienen en cuenta el endurecimiento, el ablandamiento, la fluencia y otras características no lineales. Los datos necesarios para estos modelos se obtienen a partir de pruebas de laboratorio o a través de la literatura especializada.

Ensayos de materiales: Se realizan ensayos específicos en muestras de materiales para determinar sus propiedades no lineales, como la resistencia a la tracción, la rigidez, la ductilidad, etc. Estos datos experimentales se utilizan en el análisis de la estructura para modelar correctamente el comportamiento no lineal del material.

Para “Curvas de capacidad”; el análisis de las curvas de capacidades implica la construcción y evaluación de estas curvas para determinar las capacidades de las estructuras frente a cargas sísmicas. Los métodos para el análisis de datos que utilizaremos para la evaluación las curvas de capacidad serán:

Análisis de respuesta estructural: Se utilizan análisis estáticos o dinámicos para simular diferentes niveles de carga sísmica aplicados a la estructura. Se recopilan los datos de respuesta, como esfuerzos, deformaciones y desplazamientos, y se trazan las curvas de capacidad a partir de estos datos.

Modelado numérico: Se emplea software de análisis estructural, como ETABS, para modelar la estructura y realizar análisis no lineales que generen los datos necesarios para construir las curvas de capacidad. Estos datos incluyen esfuerzos, deformaciones y desplazamientos en diferentes niveles de carga sísmica.

Análisis pushover: Este método implica la aplicación gradual de cargas laterales en incrementos monótonos para obtener las respuestas de la estructura en cada

etapa. Los datos resultantes se utilizan para construir las curvas de capacidades y evaluar los desempeños sísmico de la estructura.

Matriz de daño probado; La evaluación de los niveles de vulnerabilidad se lleva a cabo a por medio de las construcciones de curvas de fragilidades. Estas curvas pueden representarse gráficamente con valor probabilístico que indican la probabilidad de que ocurran daños reales debido a un evento sísmico, en relación con una determinada intensidad sísmica. Este análisis se realiza en escenarios que examina las aceleraciones y los desplazamientos espectrales, así como las velocidades picos o las aceleraciones picos, según lo establecido por Milutinovic y Trendafiloski (2003, citado por Garzón, 2020).

Para la obtención de los datos de aceleración espectral en cada uno de los 6 análisis, correspondientes a los niveles de derivas que establece los umbrales de cada estado de daños, se aplican unas técnicas de interpolaciones a travez del spline cúbico, siguiendo las recomendaciones de D'Ayala et al. (2015). Se registran los datos logrados para la medida de intensidades seleccionada, en este caso las aceleraciones espectrales del 1er modo de vibraciones, expresados en terminología de los valores de las aceleraciones de las gravedades (g) para los niveles de daños ligeros, moderados y colapsos. Además, se presenta los resultados de la evaluacion el logaritmo natural de cada uno de estos valores, de acuerdo con las ecuaciones especificadas.

$$\ln\theta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln IM_i$$

$$\text{Seguimos: } \beta = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left[\ln \left(\frac{IM_i}{\theta} \right) \right]^2}$$

La matriz de daño propuesta por Singhal y Kiremidjian (1996) establece cinco niveles de daño para edificios de baja altura: sin daño, daño ligero, moderado, severo y colapso. Se ha seleccionado la Intensidad de Mercalli Modificada como el parámetro para caracterizar el movimiento sísmico (p.26)

Estudios de los tipos de suelos: Con el propósito de comprender las propiedades de los diversos tipos de suelos que actúan como cimientos para las estructuras en estudio, se llevarán a cabo los correspondientes análisis de suelos programados. Estos análisis de suelos se dividen en los siguientes tipos:

Clasificación de suelos: Este estudio tiene como objetivo determinar el tipo de suelo que constituye la base de los cimientos de las estructuras analizadas. Este dato proporciona una idea general de las propiedades mecánicas clave de los suelos.

Ensayo de corte directo: Este ensayo implica aplicar cargas verticales a una muestra del suelo en cuestión, sometiéndola simultáneamente a fuerzas horizontales para medir la resistencia al corte del suelo. A partir de este ensayo, se pueden dar la obtención de 02 parámetros esenciales del suelo: los ángulos de fricciones internas (ϕ) y las cohesiones (c).

Profundidad de exploración: Según el punto 2.3.2 c de la normativa de suelos (E050), las profundidades mínima de exploraciones se puede calcular utilizando la siguiente fórmula: $p = Df + z$. En esta ecuación, Df representa la profundidad de la cimentación, medida desde el nivel del terreno natural hasta el fondo de las zapatas más profundas; mientras que z es igual a 1.5 veces el ancho planificado de la cimentación, siendo B dicho ancho.

Dadas las condiciones específicas de esta investigación, se determinó que: $Df = 1.20\text{m}$ y $Z = 1.5 * 1\text{m} = 1.5\text{m}$. En consecuencia, las profundidades mínimas de exploraciones será de: $P = 2.7\text{m}$.

En cuanto a las dimensiones en planta, se deben diseñar de manera que permitan la movilidad de un operario. En este caso, se consideró que las dimensiones mínimas de las calicatas deben ser de $0.60 \times 0.60 \times 2.70$. No obstante, para los propósitos de este estudio, se emplearán dimensiones de $1.20 \times 1.20 \times 2.70$.

Determinación de las resistencias de la albañilería, La representación de los comportamientos estructurales de todo muro de albañilerías confinadas se fundamenta en las capacidades para anticipar los comportamientos mecánicos

de los componentes individuales que lo integran, tales como los concretos, los aceros de refuerzos y las albañilerías confinadas. No obstante, para obtener una comprensión esencial de los comportamientos de todos los materiales, es imperativo llevar a cabo pruebas en laboratorios con el fin de establecer la relación constitutiva precisas entre el esfuerzo y la deformación resultantes. Muchos de este tipo de procedimiento están estandarizados y regulados, como es el caso del ensayo del concreto, que buscan determinar las relaciones entre los esfuerzos y las deformaciones.

Determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en términos generales, evaluar la resistencia a las compresiones del concreto ubicado en una estructura puede ser una tarea compleja, ya que su extracción para realizar pruebas puede ser destructiva y difícil debido a su integración en el sistema estructural. Para superar este desafío, se recurre a técnicas no destructivas de prueba de resistencia, como la esclerometría, que es ampliamente conocida. Esta técnica implica golpear la superficie del concreto con un pequeño martillo llamado esclerómetro y medir la longitud de rebote, la cual se correlaciona con las resistencias a la compresiones de los concretos, aunque de manera indirecta.

Aunque la esclerometría es una técnica de inspección ampliamente utilizada, su precisión en la determinación de la resistencia a menudo no es muy alta, por lo que sus resultados deben ser respaldados y verificados mediante otras técnicas de muestreo. Frente a esta realidad, en este proyecto se empleará un enfoque distinto e indirectos para estimar la resistencia a las compresiones de los concretos presente en toda edificación analizadas.

Este método se constituye en determinar las resistencias a las compresiones a través de la identificación de las dosificaciones empleadas en la mezcla del concreto durante su fabricación

Tabla 13. *Proporciones típicas de una mezcla $f'c=210$ kg/cm².*

$f'c$ (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: (NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034, 2008)

Según la Tabla n°10, se utilizan unas relaciones aguas-cementos de 0.70, se puede esperar unas resistencias a la compresión de 200 kg/cm² para el concreto. Por otro lado, si las relaciones aguas-cementos es de 0.80, la resistencia del concreto se reduce a 150 kg/cm².

Asimismo, conforme a las prácticas constructivas actuales, la proporción típica del componente en las mezclas de concretos con unas resistencias objetivo de 210 kg/cm² se esperan ser aproximadamente las detalladas. No obstante, en el contexto de construcciones informales, donde a menudo participan personales no calificados, es previsible que las resistencias a la compresión sean inferiores. Este hecho podría deberse a que todo operario ha agregado unas mayores cantidades de agua a la mezcla, lo cual tendría impactos negativos en las resistencias de los concretos

Cálculo de la capacidad portante; En términos técnicos, la capacidad portante se describe como las máximas presiones medias de contactos entre las cimentaciones y los terrenos, garantizando que la nula producción de fallos debido a las cortantes de los suelos y ningún asentamiento diferencial excesivo.

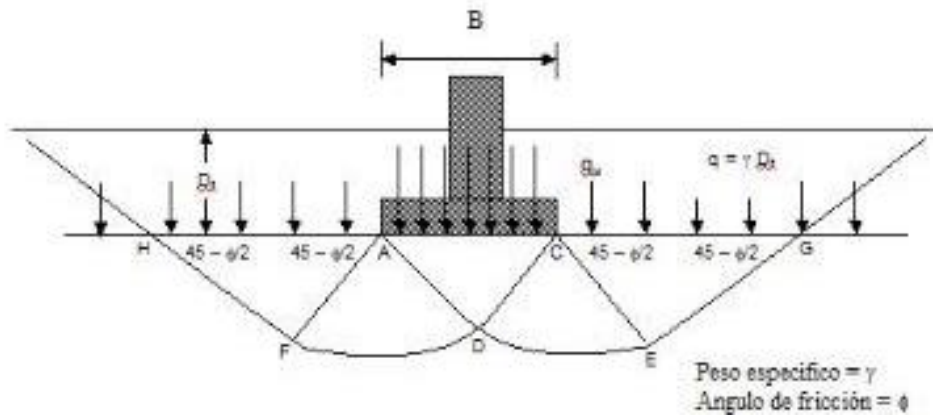


Figura 18. Teoría de Terzaghi

La capacidad admisible se establece al seleccionar el valor más bajo entre la capacidad portante y la capacidad admisible por asentamiento, considerando una geometría específica de cimentación y una profundidad determinada. Esta capacidad se refiere a la presión hidrostática que el agua subterránea ejerce sobre un suelo.

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \quad (\text{cimentación corrida}) \quad (3.3)$$

donde c = cohesión del suelo
 γ = peso específico del suelo
 $q = \gamma D_f$
 N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo ϕ de fricción del suelo

Los factores de capacidad de carga, N_c, N_q y N_γ , se definen mediante las expresiones

$$N_c = \cot \phi \left[\frac{e^{2(\pi/4 - \phi/2) \tan \phi}}{2 \cos^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)} - 1 \right] = \cot \phi (N_q - 1) \quad (3.4)$$

Figura 19. Cálculo de la capacidad portante de la teoría de Terzaghi

Aspectos éticos, la moral es la unidad de estudio de la ética profesional (Hernandez y Mendoza, 2018). El responsable de la investigación está capacitado para garantizar la autenticidad de los resultados, sin modificar ningún dato antes de su posterior evaluación y cálculo. Además, se dispone de la supervisión de un profesional calificado para asegurar la calidad y rigurosidad de los procesos de investigaciones.

III. RESULTADOS

Ubicación Geográfica Nombre del proyecto

La presente tesis tiene por título “Relación de la articulación de los métodos de regresión no lineal – predicción de riesgo probado y la vulnerabilidad sísmica de todas las viviendas del AA.HH. San Pedro, Chimbote, 2023”

Ubicación de la Zona de estudio

La presente tesis se desarrolló en el distrito de Chimbote, localizada precisamente en el AA. HH San Pedro, cuyas coordenadas es 764947.43 m Este con 8999692.19 m Sur con una altitud de 15.25 msnm.

El objetivo de la siguiente investigación es describir como se relaciona la articulación de los métodos de regresión no lineal - predicción de riesgo probado y la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de las AAHH San pedro, Chimbote, 2023.

Las áreas de influencias de la siguiente indagación, se encuentra localizada en:

- Región: Ancash
- Departamento: Ancash
- Provincia: Santa
- Región Geográfica: Costa
- Distrito: Chimbote

El Distrito de Chimbote presenta una población total de 525,367 hab. y es uno de los distritos de la provincia de Santa. La población ha experimentado unos crecimientos con relación a los años pasados. Asimismo, el distrito de Chimbote limita con otros distritos, tales como el Distrito de Nuevo Chimbote y el Distrito de Coischo.

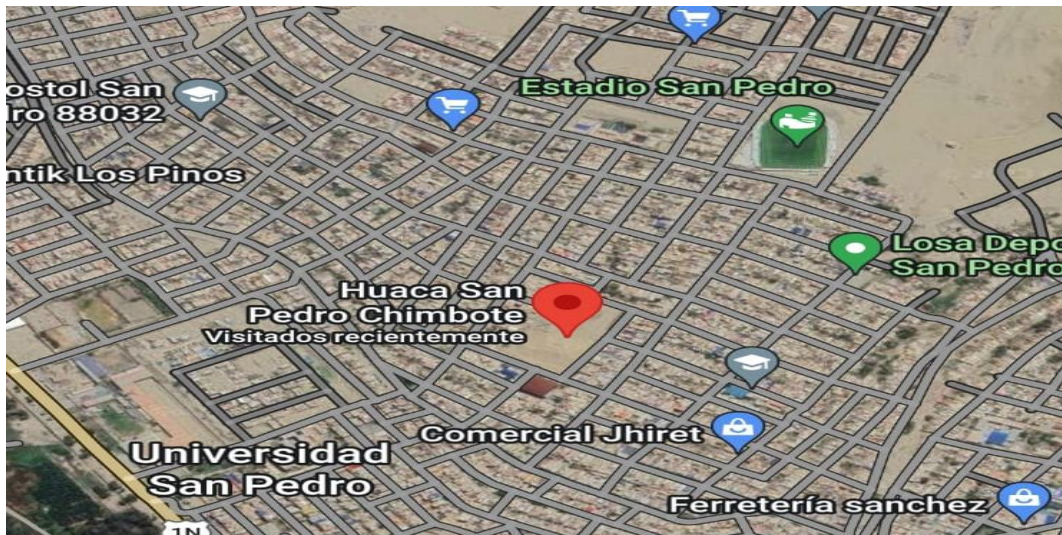


Figura 20. Ubicación de la zona a estudiar (fuente: Google earth)

Ubicación de las viviendas a estudio

Las estructuras seleccionadas para la investigación en esta tesis son las viviendas autoconstruidas ubicadas en el AA. HH San Pedro, en el Distrito de Chimbote. Estas viviendas se presentarán en las imágenes siguientes. La elección de estas edificaciones se basó en consideraciones clave, como la necesidad de que fueran destinadas para uso residencial, tanto unifamiliar como multifamiliar. Además de ello seleccionar las que fueron construidas sin ser dirigidos por mano de obra calificada; y en donde presente irregularidades a nivel estructural, Estos requisitos adicionales resultaron fáciles de cumplir, ya que las fichas de recolecciones de datos realizada en la zona reveló que la totalidad de viviendas seleccionadas fueron construidas por maestros de obra con conocimientos limitados en cuanto a la materia.

Para complementar datos aparte de la ficha de recolección se realizó un estudio de suelos para poder determinar su tipo de suelo, ángulo de fricción, su capacidad portante. Se implementaron criterios adicionales al seleccionar viviendas con diferentes cantidades de pisos. De este modo, se eligieron 3 edificaciones, todas construidas de manera independiente, siendo la 1ra de 2 niveles, la 2da de 1 nivel y la 3ra de 2 niveles.



Figura 21. Vivienda N°1 ubicada entre Jr Santa y Jr. Uranio Mz B Lote 1.



Figura 22. Vivienda N°1 de dos niveles.

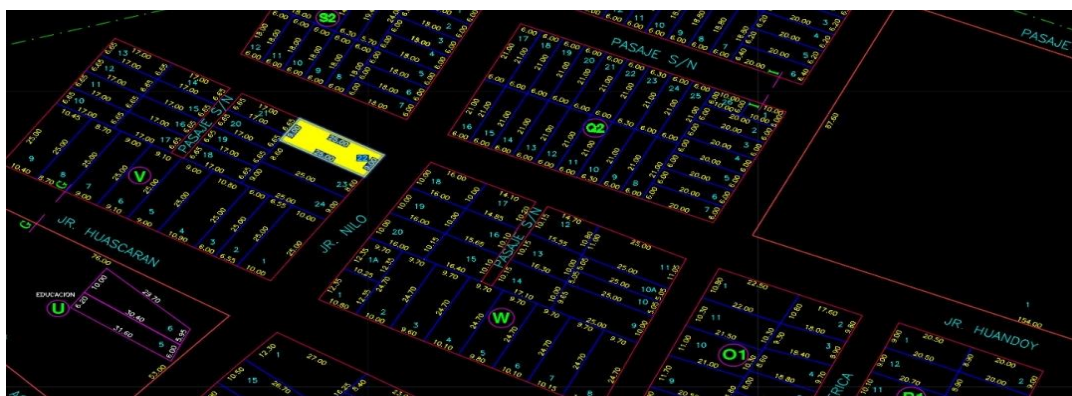


Figura 23. Vivienda N°2 ubicada en Jr Nilo y Jr Huandoy Mz V Lote 22.



Figura 24. Vivienda N°2 de un nivel



Figura 25. Vivienda N°3 ubicada en Jr. Montevideo y Jr. los Álamos
Manzana Z1 Lote 11. Fuente: elaboración propia.



Figura 26. Vivienda N°3 de dos niveles.

SISMICIDAD

En relación con este fenómeno, es importante señalar que la zona de investigación se ubica en las regiones Medias de sismicidades en el Perú, clasificada como zona 4 con un factor $z=0.45$. Este valor representa las aceleraciones máximas horizontales en suelo rígido con unas probabilidades del 10% de ser superadas en tiempos de periodo de 50 años. El factor z se expresan como unas fracciones de las aceleraciones de la gravedad.

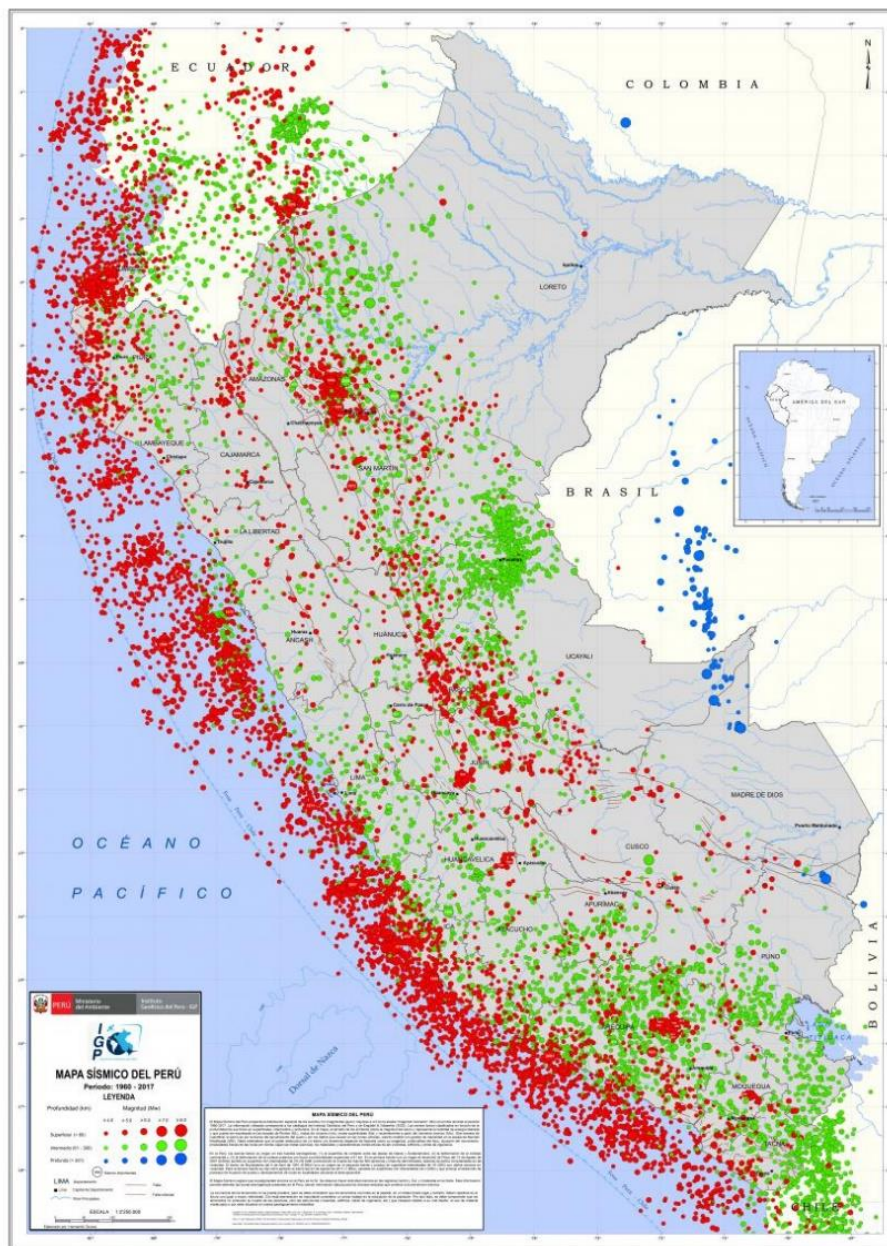


Figura 27. Mapa de sismicidad del Perú.

En este proyecto se presenta viviendas autoconstruidas de entre un piso de nivel y dos pisos de nivel, en el AA. HH San Pedro del Distrito de Chimbote; con un área de edificación 120 m². Con una a la altura de piso típica de 2.40 m. Mediante las microzonificaciones, Se podrá identificar la ubicación de la zona de la muestra en la siguiente investigación, la cual cuenta con suelos arenoso y presenta el siguiente parámetro sísmico: S, el factor de suelo, con un valor de $s=1.10$, para unos periodos predominantes de $T_p=1.00$ s; y Z, el factor de la zona 4, dando como resultado $z=0.45g$.

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

Figura 28. Factores de zona sísmica en Perú.

Con el propósito de identificar las cualidades de todo el tipo de suelo que servirán como base para la estructura bajo estudio, se llevarán a cabo todo el estudio correspondiente. Todo el estudio de suelo planificados incluye:

Clasificación de suelos: Esta indagación tiene por objetivo determinar el tipo de suelo presentes como fundaciones de toda la estructura analizada. Esta información proporcionará una visión global de las cualidades mecánicas clave de los suelos.

En el ensayo de corte directo, se aplicaron cargas verticales a una muestra de suelo mientras se le somete a esfuerzo de tipo horizontal para medir los esfuerzos de cortes. A través de este procedimiento, es factible la obtención de 02 parámetro esenciales de los suelos: ángulos de fricciones internas (ϕ) y su cohesiones (c).

En cuanto a las dimensiones en planta, se diseñarán de manera que permitan la movilidad de un operario. Aunque la dimensión mínima de las calicatas debería ser de 0.60x0.60x2.70, para esta investigación se emplearán dimensiones de: 1.20x1.20x3.00."

DESCRIPCIÓN DE ESTUDIO DE SUELOS

Calicata N°1, El estrato superior (M1), con un espesor de 3.00 m, está compuesto por arenas mal gradada de colores beiges oscuro, con granulometría de medio a fino, y la presencia de gravas aisladas de 1". Los finos en este estrato no son plásticos, y la condición in situ se describe como semi suelta y ligeramente húmeda.

Calicata N°2, El estrato superior (M1) tiene un espesor de 3.00 m y está compuesto por arenas mal gradada de colores beiges oscuro, con granulometría de medio a fino. Se observa la presencia de gravas aisladas de 1". Los finos en este estrato no tienen características plásticas, y la condición in situ se describe como semi suelta y ligeramente húmeda.

Calicata N°3, En esta zona, se encuentra una capa superior de 3.00 m de espesor, compuesta por limo de colores beiges claro de grano fino, contaminado con material de relleno no seleccionado. A continuación, se encuentra un estrato (M1) con un espesor de 3.00 m, compuesto por arenas mal gradada de color beige oscuro, con granulometría de medio a fino y presencia de gravas aisladas de 1". Los finos en este estrato no son plásticos, y la condición in situ se describe como semi suelta y ligeramente húmeda.

Las determinaciones de las capacidades portantes para las calicatas se basaron en el ángulo de fricción, con un valor de 24°. Se destaca que el tipo de suelo predominante a partir de los 0.50 m de profundidad es arena mal graduada (SP). En resumen, se presenta la siguiente tabla con la capacidad portante calculada para diferentes profundidades y anchos de cimentación, obteniendo un valor de $Q_{adm}=0.99 \text{ kg/cm}^2$. En resumen se presenta el siguiente cuadro de la capacidad portante calculada para diferentes profundidades y diferentes anchos de cimentación, obteniendo como $Q_{adm}=0.99 \text{ kg/cm}^2$.

Cuadro de Valores de Capacidad Portante para Zapatas Cuadradas

q _{ad} = Capacidad. Admisible Kg/cm ²	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	
"DF" PROF. de Cimentacio n.	0.80	0.53	0.54	0.55	0.56	0.58	0.59	0.60	0.61
	1.00	0.63	0.64	0.66	0.67	0.68	0.69	0.71	0.72
	1.20	0.74	0.75	0.76	0.78	0.79	0.80	0.81	0.83
	1.30	0.79	0.80	0.82	0.83	0.84	0.85	0.87	0.88
	1.50	0.90	0.91	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.99

Cuadro de Valores de Capacidad Portante para Cimientos Corridos

q _{ad} = Capacidad. Admisible Kg/cm ²	"B" ANCHO DE CIMIENTO								
	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	
"DF" PROF. de Cimentacio n.	0.80	0.55	0.57	0.58	0.60	0.61	0.63	0.64	0.66
	1.00	0.66	0.67	0.69	0.70	0.72	0.73	0.75	0.77
	1.20	0.76	0.78	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87
	1.30	0.82	0.83	0.85	0.86	0.88	0.89	0.91	0.93
	1.50	0.92	0.94	0.95	0.97	0.99	1.00	1.02	1.03

Figura 29. Cuadro de valores de capacidad portante obtenidos del informe de estudios de suelo obtenidos por el laboratorio "Geo lab".

Descripción de la resistencia a la compresión del concreto

La evaluación de las resistencias a las compresiones de un concreto colocado plantea un desafío significativo, especialmente porque, al integrarse en un sistema estructural la extracción de testigos se torna complicadas dado que implica un método destructivo. Para superar esta dificultad, se emplean alternativas como los ensayos de resistencia no destructivos.

Obteniendo como resultado de la primera vivienda los siguientes datos evaluados y comparados de acuerdo a las tablas que se encuentran en el normalmente ASTM C 805.

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DETERMINACION DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE ESCLEROMETRÍA NTP 339.181 (ASTM C 805)

PROYECTO	RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL - PREDICION DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023
UBICACION	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA	JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSHELL
FECHA	OCTUBRE DEL 2023 N° DE SERIE: 537

INFORME DE RESULTADO DE PRUEBAS DE REBOTE CON ESCLEROMETRO

LOCALIZACION: Jr. SANTA Y Jr. URANIO MZ B LOTE 1

Elemento	N° Toma	N° de disparo	Indice de rebote	Promedio	E. Ensayo	f'c(N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la mediana	Aceptacion del Ensayo
COLUMNA	1	1	20	23	Malla cuadrada de 15 cm x 15 cm y espacio interno de cuadrados de 1"	12.50	127.40	2.50	ACEPTADO
	2	1	22					0.50	
	3	1	22					0.50	
	4	1	20					2.50	
	5	1	26					-3.50	
	6	1	24					-1.50	
	7	1	22					0.50	
	8	1	23					-0.50	
	9	1	22					0.50	
	10	1	21					1.50	
	11	1	22					0.50	
	12	1	22					0.50	
	13	1	23					-0.50	
	14	1	20					2.50	
	15	1	24					-1.50	
	16	1	24					-1.50	
		16							

Figura 30. Vivienda N°1. Cuadro de resultados obtenidos

por medio de la prueba de rebote con esclerómetro del informe del laboratorio "Geo lab".

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DETERMINACION DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE ESCLEROMETRÍA NTP 339.181 (ASTM C 805)

PROYECTO	RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL - PREDICION DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023
UBICACION	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA	JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSHELL
FECHA	OCTUBRE DEL 2023 N° DE SERIE: 537

INFORME DE RESULTADO DE PRUEBAS DE REBOTE CON ESCLEROMETRO

LOCALIZACION: ENTRE JR NILO Y JR HUANDUY MZ V LOTE 22

Elemento	N° Toma	N° de disparo	Indice de rebote	Promedio	E. Ensayo	f'c(N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la mediana	Aceptacion del Ensayo
COLUMNA	1	1	19	23	Malla cuadrada de 15 cm x 15 cm y espacio interno de cuadrados de 1"	12.50	127.40	3.50	ACEPTADO
	2	1	21					1.50	
	3	1	20					2.50	
	4	1	24					-1.50	
	5	1	21					1.50	
	6	1	20					2.50	
	7	1	19					3.50	
	8	1	22					0.50	
	9	1	23					-0.50	
	10	1	21					1.50	
	11	1	20					2.50	
	12	1	22					0.50	
	13	1	23					-0.50	
	14	1	20					2.50	
	15	1	21					1.50	
	16	1	20					2.50	
		16							

Figura 31. Vivienda N°2. Cuadro de resultados obtenidos

por medio de la prueba de rebote con esclerómetro del informe del laboratorio “Geo lab”.

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE ESCLEROMETRÍA NTP 339.181 (ASTM C 805)									
PROYECTO	RELACION DE LA ARTICULACIÓN DE LOS MÉTODOS DE REGRESIÓN NO LINEAL – PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023								
UBICACIÓN	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH								
SOLICITA	JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSHELL								
FECHA	OCTUBRE DEL 2023								Nº DE SERIE: 537
INFORME DE RESULTADO DE PRUEBAS DE REBOTE CON ESCLEROMETRO									
LOCALIZACION: ENTRE JR MONTEVIDEO Y JR LOS ALAMOS MANZANA Z1 LOTE 11									
Elemento	Nº Toma	Nº de disparo	Indice de rebote	Promedio	E. Ensayo	Fc(N/mm2)	Fc (kg/cm2)	Valor que difiere de la mediana	Aceptacion del Ensayo
COLUMNA	1	1	18	21	Malla cuadrada de 15 cm x 15 cm y espacio interno de cuadrados de 1"	11.67	118.91	3.00	ACEPTADO
	2	1	21					0.00	
	3	1	23					-2.00	
	4	1	24					-3.00	
	5	1	21					0.00	
	6	1	25					-4.00	
	7	1	23					-2.00	
	8	1	22					-1.00	
	9	1	20					1.00	
	10	1	25					-4.00	
	11	1	22					-1.00	
	12	1	24					-3.00	
	13	1	26					-5.00	
	14	1	23					-2.00	
	15	1	24					-3.00	
	16	1	25					-4.00	
		16							

Figura 32. Vivienda N°3. Cuadro de resultados obtenidos

A traves de las pruebas de rebote con esclerómetro del informe del laboratorio “Geo lab”.

A pesar de que la esclerometría es una técnica de inspección ampliamente utilizada en ingeniería, se ha apreciado que en la totalidad de los casos no proporciona resultados muy precisos. Por lo tanto, se recomienda corroborar sus resultados mediante el uso de otras técnicas de muestreo; en este caso se complementará datos en base a ficha de recolección de datos basados en diferentes normas tales como el ATC-40 norma E-030, E-050 y manual Hazus MR4.

Por ello analizaremos los resultados obtenidos para las variables que conforman la población del presente estudio.

Análisis estadístico

Tabla 14. Prueba de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.944	.945	22

Se determinó el coeficiente alfa de Cronbach para los ítems del instrumento mediante el software SPSS, y el resultado obtenido fue de 0.944. De acuerdo con la interpretación de Oviedo & Campo (2005), este valor indica una confiabilidad alta, ya que se encuentra dentro del rango de 0.91 a 1.00. En consecuencia, se concluye que la consistencia interna de los instrumentos utilizado es aceptable, lo que respalda la viabilidad de su aplicación.

RESULTADOS DE LA CORRELACIÓN O INFERENCIAL DE LA CORRELACIÓN

Tabla 15. Prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VARD TOTAL	.130	20	.200*	.954	20	.432
VARI1 TOTAL	.186	20	.069	.923	20	.114
VARI2 TOTAL	.113	20	.200*	.966	20	.674
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Dado que el valor del nivel de significancia (Sig.) obtenido mediante la prueba de normalidad Shapiro-Wilk es mayor a 0,05, se concluye que todas las variables

presentan una distribución normal o paramétrica. Por lo tanto, se realizarán las pruebas de correlación utilizando el coeficiente de correlación de Pearson (R). Esta elección se justifica especialmente al considerar que el número de datos es menor a 50.

Tabla 16. *Correlaciones de variables*

Correlaciones				
		VARD TOTAL	VARI1 TOTAL	VARI2 TOTAL
VARD TOTAL	Correlación de Pearson	1	.851**	.794**
	Sig. (bilateral)		<.001	<.001
	N	20	20	20
VARI1 TOTAL	Correlación de Pearson	.851**	1	.847**
	Sig. (bilateral)	<.001		<.001
	N	20	20	20
VARI2 TOTAL	Correlación de Pearson	.794**	.847**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	<.001	
	N	20	20	20
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).				

Hipótesis para Coeficientes de Correlación entre el método de regresión no lineal y la predicción de riesgo probado con la vulnerabilidad sísmica

El objetivo de la investigación es demostrar que la Articulación de los métodos de regresión no lineal - predicción de riesgo probado se relaciona con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San pedro

H0: No existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y el Método de regresión no lineal.

H1: Existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y el Método de regresión no lineal.

H0: No existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y la Predicción de riesgo probado.

H1: Existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y la Predicción de riesgo probado.

Criterio de decisión

Si $p - \text{valor} < 0.05$ se rechaza la H0

Si $p\text{-valor} \geq 0.05$ se acepta la H0 y se rechaza la H1

Se rechaza la H0 y se acepta la H1 por lo tanto si existe relación entre la vulnerabilidad sísmica, el método de regresión no lineal y la predicción de riesgo probado.

En el coeficiente de la correlación de Pearson el valor de vulnerabilidad sísmica y el Método de regresión no lineal es de 85.1% una correlación positiva muy fuerte o muy alta, lo mismo sucede entre la vulnerabilidad sísmica y la Predicción de riesgo probado donde la correlación es de 79.4% que es una relación positiva fuerte o alta, esto nos confirma que si existe una correlación entre las variables por estar por encima del 50%.

Hipótesis para Coeficientes de Correlación entre el uso de la articulación de la no linealidad del material y el daño físico con la vulnerabilidad sísmica

Demostrar que el uso de la articulación de la no linealidad del material con el daño físico y su relación con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023.

H0: No existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y el Uso de la articulación de la no linealidad del material.

H1: Existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y el Uso de la articulación de la no linealidad del material.

H0: No existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y el Daño físico.

H1: Existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y Daño físico.

Criterio de decisión

Si $p - \text{valor} < 0.05$ se rechaza la H0

Si $p\text{-valor} \geq 0.05$ se acepta la H0 y se rechaza la H1

Tabla 17. Análisis correlacional 1

CorRELACIONES		NO LINEALIDAD DEL MATERIAL	DAÑO FÍSICO	VULNERABILIDAD SÍSMICA
NO LINEALIDAD DEL MATERIAL	Correlación de Pearson	1	.815**	.837**
	Sig. (bilateral)		<.001	<.001
	N	20	20	20
DAÑO FÍSICO	Correlación de Pearson	.815**	1	.782**
	Sig. (bilateral)	<.001		<.001
	N	20	20	20
VULNERABILIDAD SÍSMICA	Correlación de Pearson	.837**	.782**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	<.001	
	N	20	20	20
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).				

El p valor entre vulnerabilidad sísmica con no linealidad del material y daño físico es menor al 5% (0.05) por lo tanto si existe relación entre la no linealidad del material y el daño físico con la vulnerabilidad sísmica.

En el coeficiente de la correlación de Pearson el valor de vulnerabilidad sísmica y la no linealidad del material es de 83.7% una correlación positiva muy fuerte o muy alta, lo mismo sucede entre la vulnerabilidad sísmica y la Daño físico donde

la correlación es de 78.2% que es una relación positiva fuerte o alta, esto nos confirma que si existe una correlación entre las variables por estar por encima del 50%.

Hipótesis para Coeficientes de Correlación entre el uso de la articulación de la no linealidad geométrica y el daño probado con la vulnerabilidad sísmica

Demostrar la articulación de la no linealidad geométrica con el daño probado y su relación con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023.

H0: No existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y el Uso de la articulación de la no linealidad geométrica.

H1: Existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y el Uso de la articulación de la no linealidad geométrica.

H0: No existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y el Daño probado.

H1: Existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y Daño probado.

Criterio de decisión

Si $p - \text{valor} < 0.05$ se rechaza la H0

Si $p - \text{valor} \geq 0.05$ se acepta la H0 y se rechaza la H1

Tabla 18. Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DAÑO PROBADO	.192	20	.053	.920	20	.097

NO LINEALIDAD NO GEOMÉTRICA	.252	20	.002	.876	20	.015
VULNERABILIDAD SÍSMICA	.130	20	.200*	.954	20	.432
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Debido a que la dimensión no linealidad no geométrica tiene un p valor menor a 5% ($p < 0.05$) los datos analizados no siguen una distribución normal por lo que se utilizara para este caso la prueba no paramétrica Rho de Spearman.

Tabla 19. Análisis correlacional 2

Correlaciones				
Rho de Spearman		DAÑO PROBADO	NO LINEALIDAD GEOMÉTRICA	VULNERABILIDAD SÍSMICA
DAÑO PROBADO	Correlación de Pearson	1	.664**	.746**
	Sig. (bilateral)		<.001	<.001
	N	20	20	20
NO LINEALIDAD GEOMÉTRICA	Correlación de Pearson	.664**	1	.791**
	Sig. (bilateral)	.001	.	<.001
	N	20	20	20
VULNERABILIDAD SÍSMICA	Correlación de Pearson	.746**	.791**	1.00
	Sig. (bilateral)	<.001	<.001	.
	N	20	20	20

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El p valor entre vulnerabilidad sísmica con no linealidad no geométrica y daño probado es menor al 5% (0.05) por lo tanto si existe relación entre la no linealidad no geométrica y el daño probado con la vulnerabilidad sísmica.

En el coeficiente de la correlación de Pearson el valor de vulnerabilidad sísmica y la no linealidad no geométrica es de 79.1% una correlación positiva fuerte o alta, lo mismo sucede entre la vulnerabilidad sísmica y la Daño probado donde la correlación es de 74.6% que es una relación positiva fuerte o alta, esto nos confirma que si existe una correlación entre las variables por estar por encima del 50.

Hipótesis para Coeficientes de Correlación entre el Método de regresión de no linealidad y predicción de riesgo probado con las curvas de capacidad

Determinar la articulación del método de regresión de no linealidad y predicción de riesgo probado con las curvas de capacidad de las viviendas del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023.

H0: No existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y el Uso de la articulación de la no linealidad geométrica.

H1: Existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y el Uso de la articulación de la no linealidad geométrica.

H0: No existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y el Daño probado.

H1: Existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y Daño probado.

Criterio de decisión

Si $p - \text{valor} < 0.05$ se rechaza la H0

Si $p - \text{valor} \geq 0.05$ se acepta la H0 y se rechaza la H1

Tabla 20. Análisis correlacional 3

Correlaciones				
Rho de Spearman		MÉTODOS DE REGRESIÓN NO LINEAL	PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO	CURVAS DE CAPACIDAD
MÉTODOS DE REGRESIÓN NO LINEAL	Correlación de Pearson	1	.847**	.755**
	Sig. (bilateral)		<.001	<.001
	N	20	20	20
PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO	Correlación de Pearson	.847**	1	.755**
	Sig. (bilateral)	<.001	.	<.001
	N	20	20	20
CURVAS DE CAPACIDAD	Correlación de Pearson	.755**	.755**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	<.001	.
	N	20	20	20

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El p valor entre curvas de capacidad con método de regresión no lineal y predicción de riesgo probado es menor al 5% (0.05) por lo tanto si existe relación

entre el método de regresión no lineal y predicción de riesgo probado con las curvas de capacidad.

En el coeficiente de la correlación de Pearson el valor de curvas de capacidad y método de regresión no lineal es de 75.5% una correlación positiva fuerte o alta, lo mismo sucede entre las curvas de capacidad con la predicción de riesgo probado donde la correlación es de 75.5% que es una relación positiva fuerte o alta, esto nos confirma que si existe una correlación entre las variables por estar por encima del 50%.

Hipótesis para Coeficientes de Correlación entre las curvas de fragilidad y la vulnerabilidad sísmica

Determinar la relación de las curvas de fragilidad y la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023.

H0: No existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y las curvas de fragilidad.

H1: Existe relación entre la vulnerabilidad sísmica y las curvas de fragilidad.

Criterio de decisión

Si $p - \text{valor} < 0.05$ se rechaza la H0

Si $p - \text{valor} \geq 0.05$ se acepta la H0 y se rechaza la H1

Tabla 21. Análisis correlacional 4

Correlaciones			
Rho de Spearman		CURVAS DE FRAGILIDAD	VULNERABILIDAD SÍSMICA
CURVAS DE FRAGILIDAD	Correlación de Pearson	1	.936**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	20	20
VULNERABILIDAD SÍSMICA	Correlación de Pearson	.936**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	20	20

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El p valor entre las curvas de fragilidad con la vulnerabilidad sísmica es menor al 5% (0.05) por lo tanto si existe relación entre las curvas de fragilidad con la vulnerabilidad sísmica.

En el coeficiente de la correlación de Pearson el valor de vulnerabilidad sísmica y curvas de fragilidad es de 93.6% una correlación positiva muy fuerte o muy alta, esto nos confirma que si existe una correlación entre las variables por estar por encima del 50%.

Valores de medición de la variable vulnerabilidad sísmica

Tabla 22. Variable dependiente “vulnerabilidad sísmica”

VULNERABILIDAD SÍSMICA	NIVEL	Curvas de capacidad		Curvas de fragilidad		TOTALES		N° Viviendas
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
Bajo (ligero)	1	4	6	4	6	8	14	1
Medio (moderado)	2	7	10	7	10	15	20	8
Alto (extensivo)	3	11	13	11	13	21	26	9
Muy alto (completo)	4	14	16	14	16	27	32	2

Valores de medición de la variable método de regresión no lineal

Tabla 23. Variable independiente n°1 “regresión no lineal”

MÉTODO DE REGRESIÓN NO LINEAL	No linealidad no geométrica		No linealidad del material		TOTALES		N° Viviendas
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
Ocupación Inmediata (IO)	4	6	4	6	8	14	1
Control de daños (DC)	7	10	7	10	15	20	7
Seguridad de vida (LS)	11	13	11	13	21	26	8
Estabilidad estructural (SS)	14	16	14	16	27	32	4

Valores de medición de la variable método de predicción de riesgo probado

Tabla 24. Variable independiente n°2 “predicción de riesgo probado”

PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO	Daño directo		Daño probable		TOTALES		N° Viviendas
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
Ocupación Inmediata (IO)	4	6	2	4	6	10	2
Control de daños (DC)	7	10	4	5	11	15	6
Seguridad de vida (LS)	11	13	5	7	16	20	10
Estabilidad estructural (SS)	14	16	7	8	21	24	2

PROCESO DE LA MODELACION EN ETABS:

El presente proyecto trata de una vivienda de dos niveles ubicado en el AA. HH San Pedro, con una antigüedad de 35 años aproximadamente, la vivienda fue construida sin asesoramiento ni supervisión técnica, no cuenta con planos y fue construida por etapas y con materiales de mala calidad.

Para el inicio del trabajo se realizó el levantamiento de campo en el cual se tomaron las medidas de la vivienda, ubicando los muros de albañilería, columnas y vigas existentes. los aceros de refuerzo para el caso de la columna fueron extraídos de la azotea, mientras que las vigas se consultaron al propietario ya que no se contaba con los planos.

Para el caso del concreto se realizó ensayos esclerómetros no destructivos y fue necesario hacer el estudio de suelos para determinar los parámetros de análisis sísmico según la Norma E030, finalmente para los muros de albañilería se tomaron los valores mínimos considerados en la norma E070 en la tabla 9 (King Kong artesanal), así de esta manera realizar el análisis de las estructuras.

Las estructuras están compuestas por muros de albañilería y columnas de concreto armado que trabajan como elementos de confinamiento. pese a que no cuenta con una estructuración planificada el análisis lo realizaremos teniendo en cuenta las consideraciones de una tipología de albañilería.

Las columnas existentes son de .25x.25 con 4 varillas $\varnothing \frac{1}{2}$ " , mientras que los estribos son de $\varnothing \frac{1}{4}$ " 1@.05, 4@.10 rsto @.25 , las vigas en su mayoría son vigas que tienen el mismo peralte de la losa comúnmente conocida como vigas chatas , estas vigas cuentan con 2 varillas superiores de $\varnothing \frac{1}{2}$ " y tres varillas $\varnothing \frac{1}{2}$ " en la parte inferior, los estribos son de $\varnothing \frac{1}{4}$ " 1@.05, 4@.10 rSto @.25 . en los tramos donde existen luces importantes se han considerado viga de .25x.50 con 4 varillas $\varnothing \frac{1}{2}$ " en la parte inferior y superior y estribos de $\varnothing \frac{1}{4}$ " 1@.05, 4@.10 rsto .25. la losa aligerada se desarrolla paralelo a lado más largo de la estructura y presenta varillas de $\varnothing \frac{1}{2}$ " , es importante indicar que la estructura no se encuentra en buenas condiciones . Adjunto se encuentran los planos en

AUTOCAD en la parte de anexo. Previo a ello se colocará una imagen referencial de los planos de la vivienda.

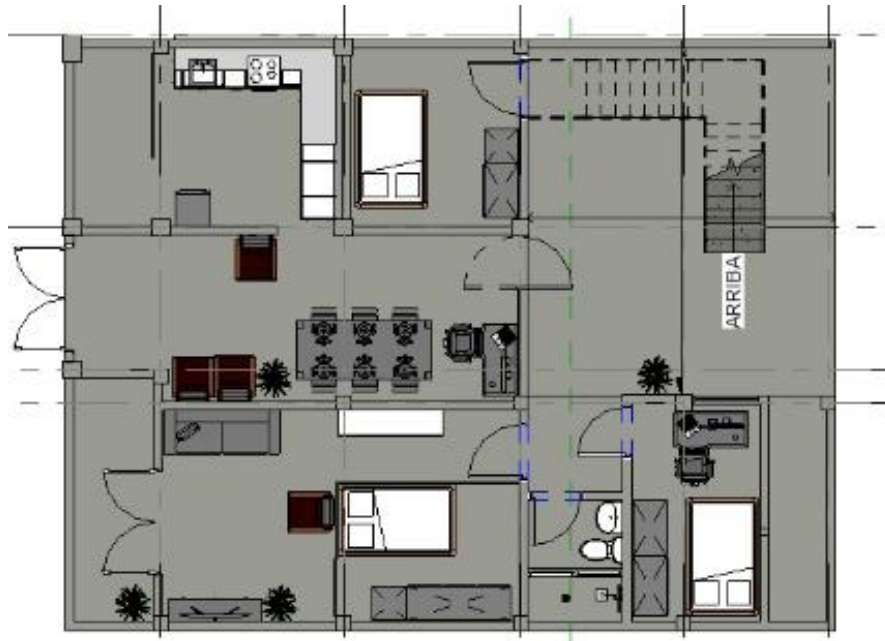


Figura 33. Primer nivel de la vivienda

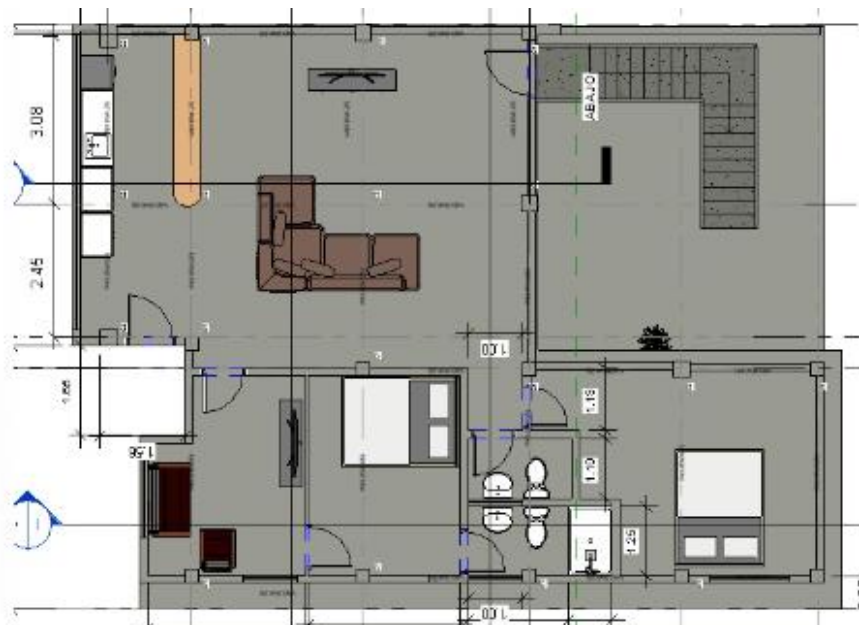


Figura 34. Segundo nivel de la vivienda

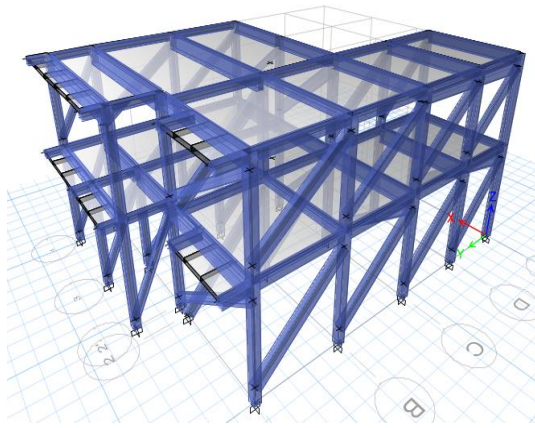
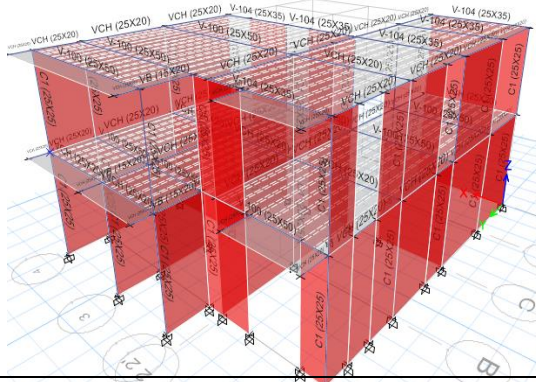
ANALISIS NO LINEAL:

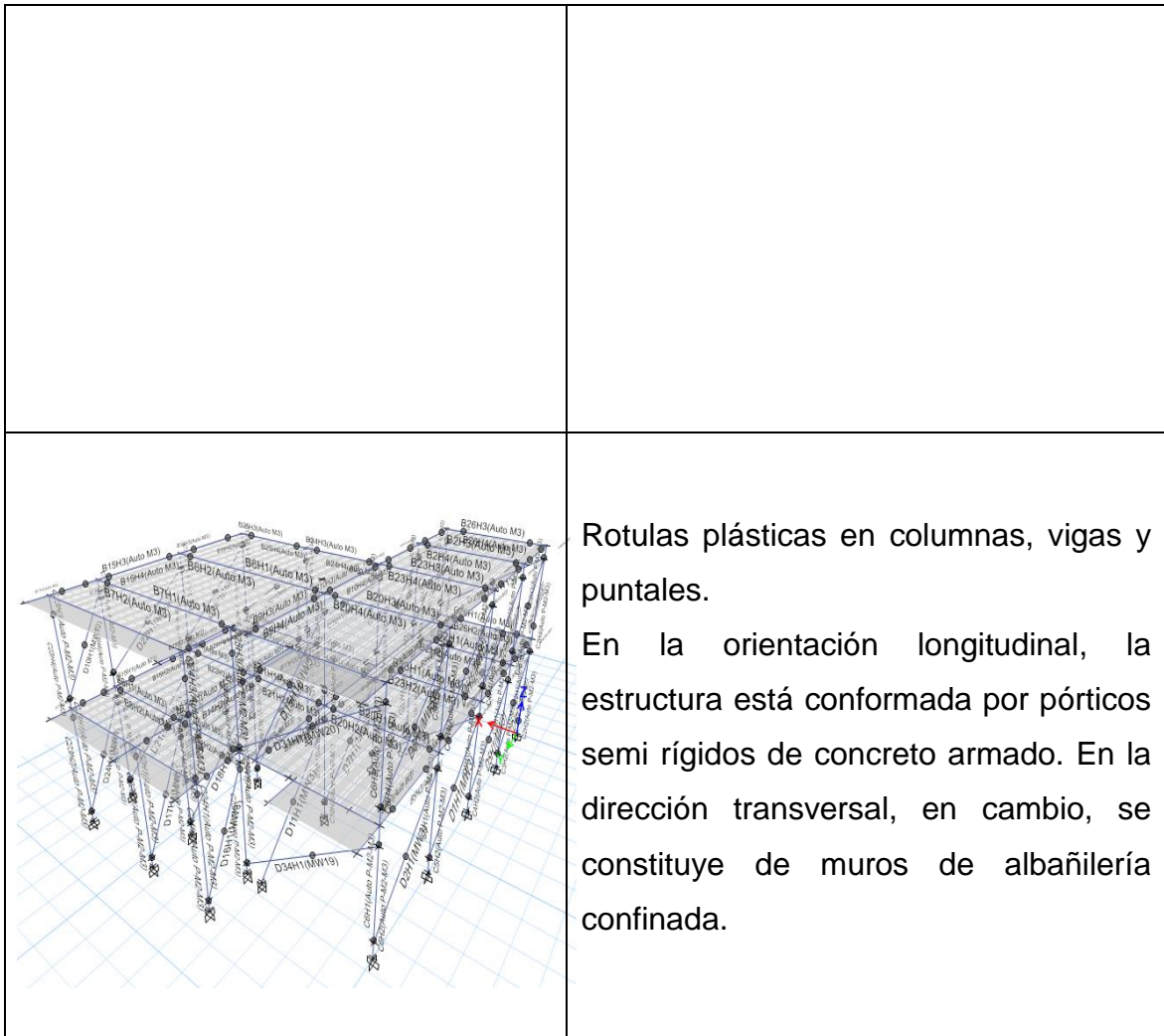
Este se plantea para determinar los objetivos del proyecto, este análisis nos permite determinar las vulnerabilidades de las estructuras en términos de

capacidad o probabilidades de excedencia de sismos. En primera instancia aremos el análisis (Pushover) de tal manera que nos permita determinar las curvas de capacidad de las estructuras tomando en cuenta las no linealidades geométricas y la no linealidad de los materiales, así mismo revisaremos los desempeños de las estructuras según el ASCE 41-13 para evaluar la vulnerabilidad de la estructura y determinar la influencia de las no linealidades geométricas y las no linealidades del material.

Por otro lado, debemos recordar que dentro de la estructura tenemos muros de albañilería que también deben ser incorporados considerando su comportamiento no lineal, para ello modelaremos estos muros como puntales tomando en cuenta sus propiedades de resistencia al corte, resistencia axial, y su rigidez efectiva el cual dependerá de su geometría

Tabla 25. Descripción del tipo de edificación

IMAGEN DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
	<p>Diseñado bajo los requerimientos de la NTP E.030 modificada el año 2016.</p> <p>Representación numérica de la vivienda considerando los muros como puntales.</p> <p>En la orientación longitudinal, la estructura está conformada por pórticos rígidos de concreto armado, específicamente columnas T y L.</p>
	<p>De acuerdo al artículo 26° de norma E030 se consideran los porcentajes de masa sísmica considerado para el análisis lineal.</p> <p>En la dirección lateral, la estructura está formada por muros de albañilería confinada.</p>



Rotulas plásticas en columnas, vigas y puntales.

En la orientación longitudinal, la estructura está conformada por pórticos semi rígidos de concreto armado. En la dirección transversal, en cambio, se constituye de muros de albañilería confinada.

FUENTE: Elaboración propia.

A partir del análisis modal espectral se determinan las fuerzas que se emplearan en el análisis no lineal

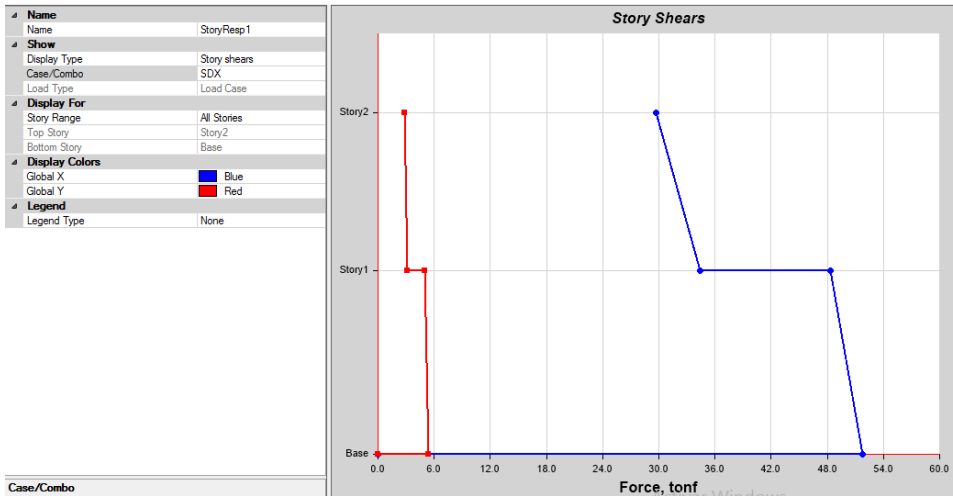


Figura 35. Cortante basal dirección y-y

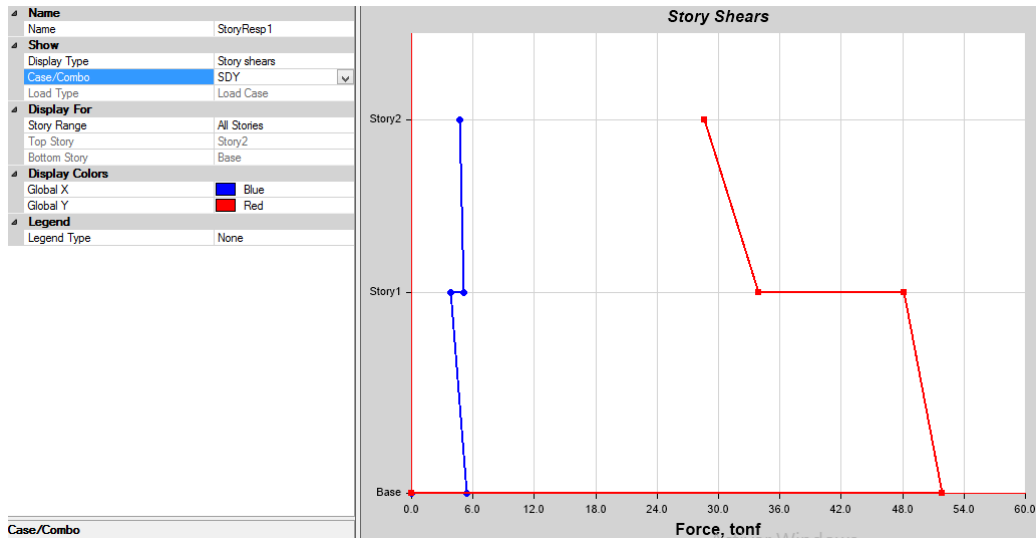


Figura 36. Cortante basal dirección y-y

Tabla 26. Fuerzas en la dirección x-x

Piso	Cortante V x	Fuerza x
Story2	34.4602	34.4602
Story1	51.7286	17.2684

Tabla 27. Fuerza en la dirección y-y

Piso	Cortante V y	Fuerza y
Story2	33.878	33.878
Story1	51.8596	17.9816

Estas fuerzas calculadas la utilizaremos en el análisis no lineal.

ANÁLISIS NO LINEAL:

Este se plantea para determinar los objetivos del proyecto, este análisis nos permite determinar las vulnerabilidades de las estructuras en términos de capacidad o probabilidades de excedencia de sismos. En primera instancia aremos el análisis (Pushover) de tal manera que nos permita determinar las curvas de capacidad de las estructuras tomando en cuenta las no linealidades

geométricas y la no linealidad de los materiales, así mismo revisaremos los desempeños de las estructuras según el ASCE 41-13 para evaluar la vulnerabilidad de la estructura y determinar la influencia de las no linealidades geométricas y las no linealidades del material

Por otro lado, debemos recordar que dentro de la estructura tenemos muros de albañilería que también deben ser incorporados considerando su comportamiento no lineal, para ello modelaremos estos muros como puntales tomando en cuenta sus propiedades de resistencia al corte, resistencia axial, y su rigidez efectiva el cual dependerá de su geometría.

PROPIEDADES NO LINEALES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA	
DATOS	VALORES
Longitud de eje a eje de columna	H1 <input type="text" value="3.00"/> m
Longitud de eje a eje de viga	L2 <input type="text" value="4.38"/> m
Ubicación del muro	Nivel <input type="text" value="Niveles superior"/>
Espesor del muro	t <input type="text" value="15.00"/> cm.
Resistencia a la compresión de la albañilería	f'm <input type="text" value="35.00"/> kg/cm ²
Resistencia al corte de la albañilería	f'v <input type="text" value="5.10"/> kg/cm ²
Dimensión de la columna	a <input type="text" value="25.00"/> cm
	b <input type="text" value="25.00"/> cm
Dimensiones de la viga	h <input type="text" value="20.00"/> cm
	b <input type="text" value="25.00"/> cm
Modulo de elasticidad de concreto	E c <input type="text" value="198431.35"/> kg/cm ²
Modulo de elasticidad del muro	E m <input type="text" value="17500.00"/> kg/cm ²
¿ El muro tiene ventanas?	<input type="text" value="si"/>
Abertura de muro	<input type="text" value="50600.00"/> cm ²
$R1=0.6(A.abertura/Amuro)^2+1.6(A.abertura/Amuro)^2 < 1$	R1 <input type="text" value="0.48"/>
R2	R2 <input type="text" value="Requiere reparacion"/>
Tipo de daño	<input type="text" value="Sin daño"/>
	<input type="text" value="1.00"/>
Ancho efectivo del puntal	
Longitud de la diagonal del relleno	
$D=\sqrt{l^2+h^2}$	D <input type="text" value="587.62"/> cm
Angulo de inclinación del puntal equivalente	
	e <input type="text" value="55.59"/> grados
Inercia de la columna	
	Ic <input type="text" value="32552.08"/> cm ⁴
Coefficiente λ1	
$\lambda1=[E m.t.sen2\theta/4.E c.l.col.h]^1/4$	λ1 <input type="text" value="0.031"/>
Ancho del puntal equivalente	
$a=0.175.D.(\lambda1.H)^{0.4}$	a <input type="text" value="25.00"/> cm
Calculo de e col	
$\tan\theta/(h-(a/cos\theta))/l=1$	e <input type="text" value="32.96"/>
Longitud para conectar el puntal equivalente	
$Lcol=a/(cos\theta)$	Lcol <input type="text" value="29.99"/> cm
Calculo de Lvig	
$\tan\theta/(h/[l-(a/sen\theta)])$	e <input type="text" value="45.23"/> grados
Calculo de ubicación de rotulas plasticas en vigas	
$Lvig=a/(sen\theta)$	Lvig <input type="text" value="35.45"/> cm

Figura 37. Cálculo de Rotulas en muros de albañilería

A partir de esta hoja de cálculo se determina la rótula plástica en los muros de albañilería

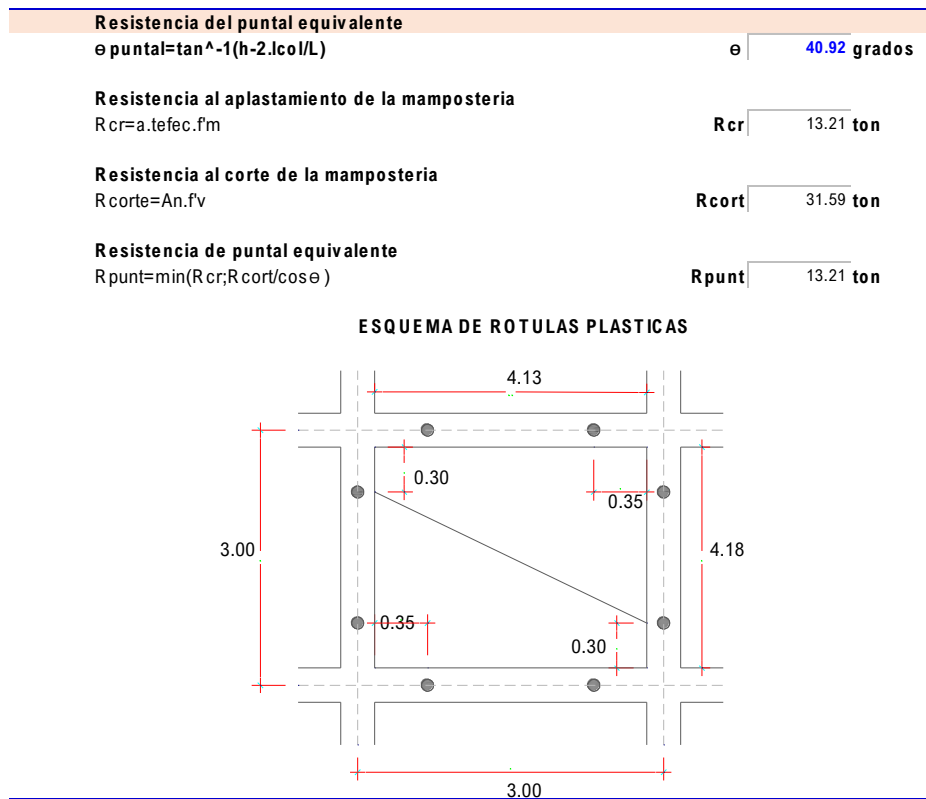


Figura 38. Propiedades no lineales del concreto

Material Name and Type		Miscellaneous Parameters	
Material Name	FC 124.57 KG/CM2	Hysteresis Type	Concrete
Material Type	Concrete, Isotropic	Modify/Show Hysteresis Parameters...	
Acceptance Criteria Strains		Drucker-Prager Parameters	
	Tension	Friction Angle	0 deg
	Compression	Dilatational Angle	0 deg
IO	0.01	-0.003	m/m
LS	0.02	-0.006	m/m
CP	0.05	-0.015	m/m
<input checked="" type="checkbox"/> Ignore Tension Acceptance Criteria		Stress Strain Curve Definition Options	
Parametric Strain Data		<input checked="" type="radio"/> Parametric Mander	
Strain at Unconfined Compressive Strength, f _c	0.002219	<input type="radio"/> User Defined	
Ultimate Unconfined Strain Capacity	0.005	Convert to User Defined	
Final Compression Slope (Multiplier on E)	-0.1	Show Stress-Strain Plot...	
OK		Cancel	

Figura 39. Curva esfuerzo deformación del concreto

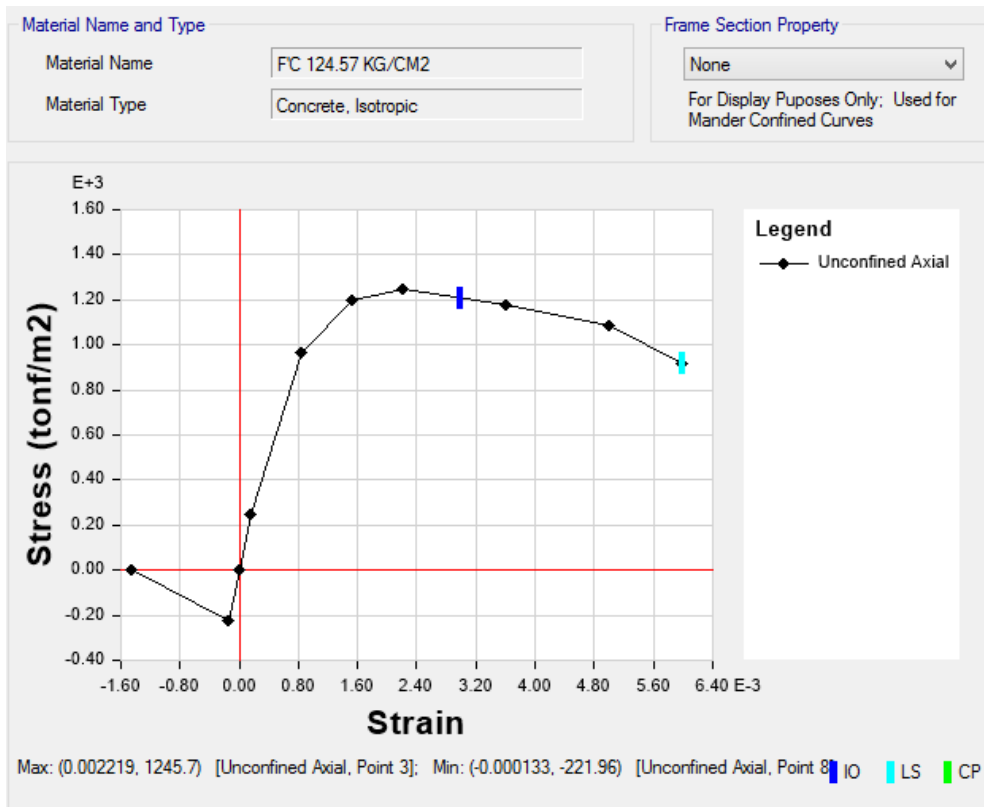


Figura 40. Propiedades no lineales del acero

Material Name and Type
Material Name: A615Gr60
Material Type: Rebar, Uniaxial

Miscellaneous Parameters
Hysteresis Type: Kinematic

Acceptance Criteria Strains

	Tension	Compression	
IO	0.01	-0.005	m/m
LS	0.02	-0.01	m/m
CP	0.05	-0.02	m/m

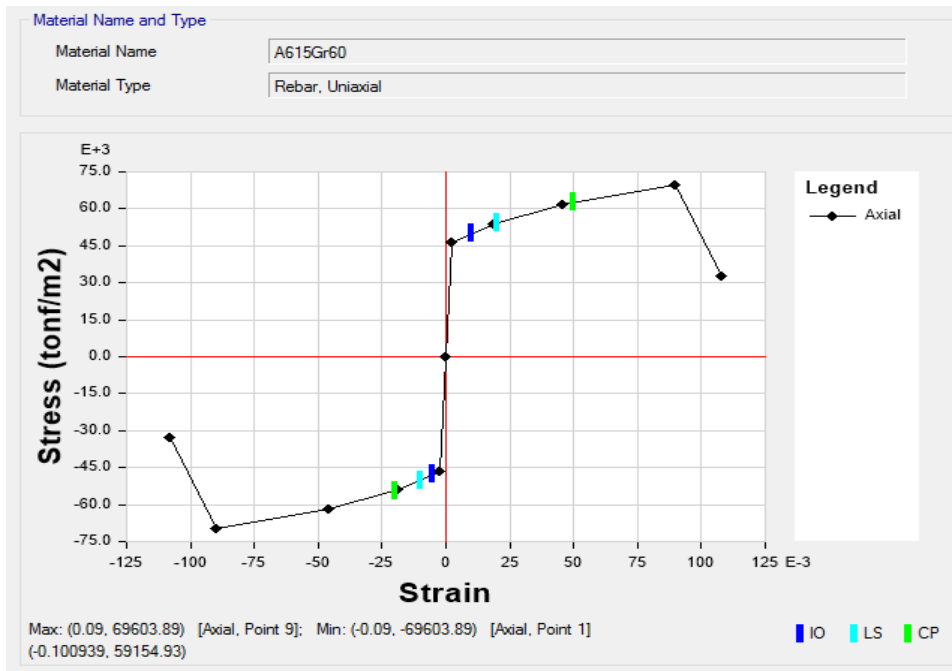
Stress Strain Curve Definition Options
 Parametric: Simple
 User Defined
Convert to User Defined

Parametric Strain Data

Strain at Onset of Strain Hardening: 0.01
Ultimate Strain Capacity: 0.09
Final Slope (Multiplier on E): -0.1

Show Stress-Strain Plot...

Figura 41. Curva esfuerzo deformación del acero



A partir de las consideraciones no lineales del material y el diagrama esfuerzo curvatura de la viga se generan las rotulas plásticas en las vigas tomando en cuenta e l el ASCE 41-17 y table 10-7, estas rotulas se generan a cara de la columna.

Figura 42. Asignación de rotula plástica en viga

De igual manera para el caso de las columnas se generan las rotulas plásticas tomando en cuenta su capacidad en ambas direcciones por medio de la curva de interacciones y tomando en cuenta el ASCE 41-17 table 10-9

Figura 43. Asignación de rotula plástica en columna

Para el caso de las rotulas plásticas en los puntales que simularan los muros estos se generan al centro del puntal considerando la máxima capacidad a compresión que resiste el muro.

Figura 44. Rotula plástica en muros

Una vez ya habiendo considerado las rotulas plásticas generamos el caso de carga no lineal en el cual tomaremos las no linealidades geométricas y las no linealidades del material, esto debe realizarse para cada dirección y poder comparar los logros de las capacidades de la estructura.

The screenshot shows the 'General' tab of a software interface. The 'Load Case Name' is 'PUSH X-X', 'Load Case Type' is 'Nonlinear Static', 'Mass Source' is 'Previous', and 'Analysis Model' is 'Default'. Under 'Initial Conditions', 'Continue from State at End of Nonlinear Case' is selected, with 'Nonlinear Case' set to 'CGNL'. The 'Loads Applied' table has one entry: 'Load Pattern' with 'FX' and a 'Scale Factor' of 1. In the 'Other Parameters' section, 'Modal Load Case' is set to 'Modal' and 'Geometric Nonlinearity Option' is set to 'P-Delta', both highlighted with a red box.

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	FX	1

Figura 45. Caso de carga no lineal considerando la no linealidad geométrica

The screenshot shows the same software interface as Figure 45. The 'Modal Load Case' is still 'Modal', but the 'Geometric Nonlinearity Option' is now set to 'None', highlighted with a red box.

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	FX	1

Figura 46. Caso de carga sin considerar la no linealidad geométrica

Como objetivo específico N°1 tenemos que: Demostrar que la articulación de la no linealidad del material con el daño físico y su relación con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023.

Para determinar las curvas de capacidades de las estructuras se requiere aplicar una fuerza de manera progresiva hasta encontrar el punto de falla de la estructura, la imagen N°42 donde se muestra el daño físico máximo que soporta la estructura y sobre el cual se obtiene la curva de capacidad (dirección x-x) imagen n°44 que permite conocer cuál es la máxima fuerza cortante que resiste la estructura considerando únicamente la no linealidad del material. Una vez determinada las curvas de capacidades de las estructuras es necesario determinar los niveles de desempeños según el ASCE 41-17, para lo cual será necesario obtener la demanda sísmica, el cual se construye a través del espectro de respuesta para el sismo de diseño y poder relacionarlo con la vulnerabilidad sísmica.

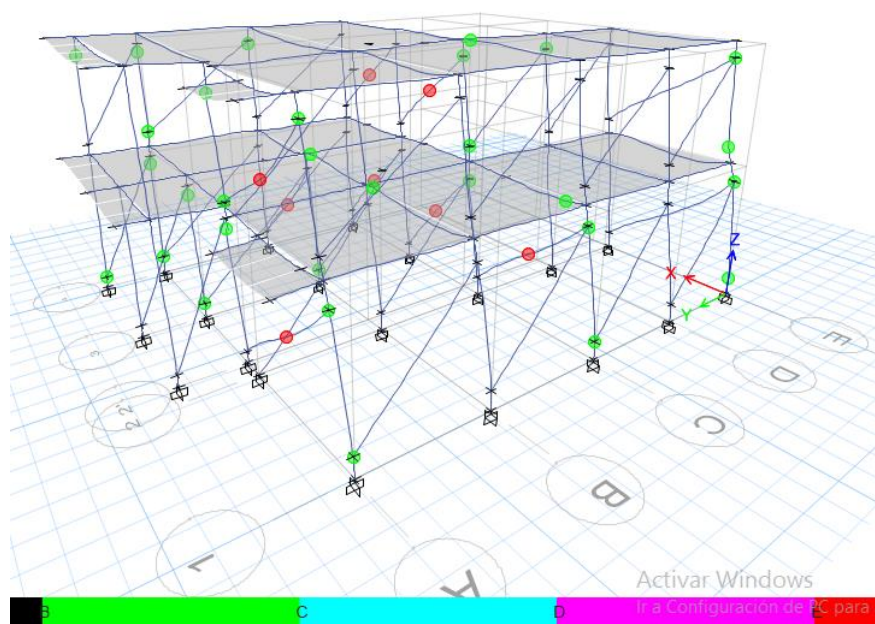


Figura 47. Daño físico de los componentes estructurales en la dirección x-x

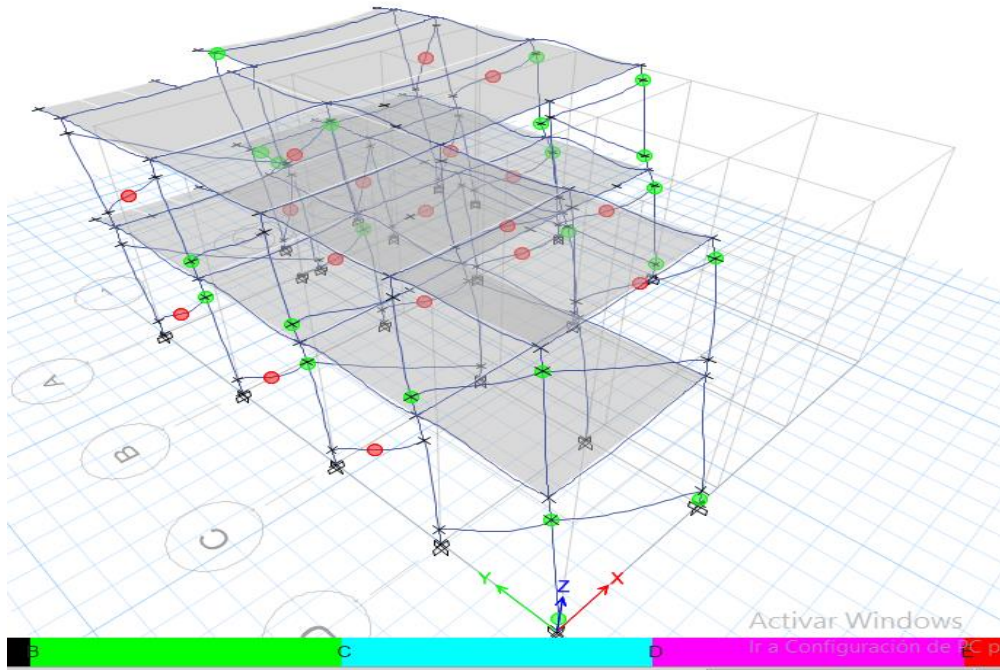


Figura 48. Daño físico de los componentes estructurales en la dirección y-y

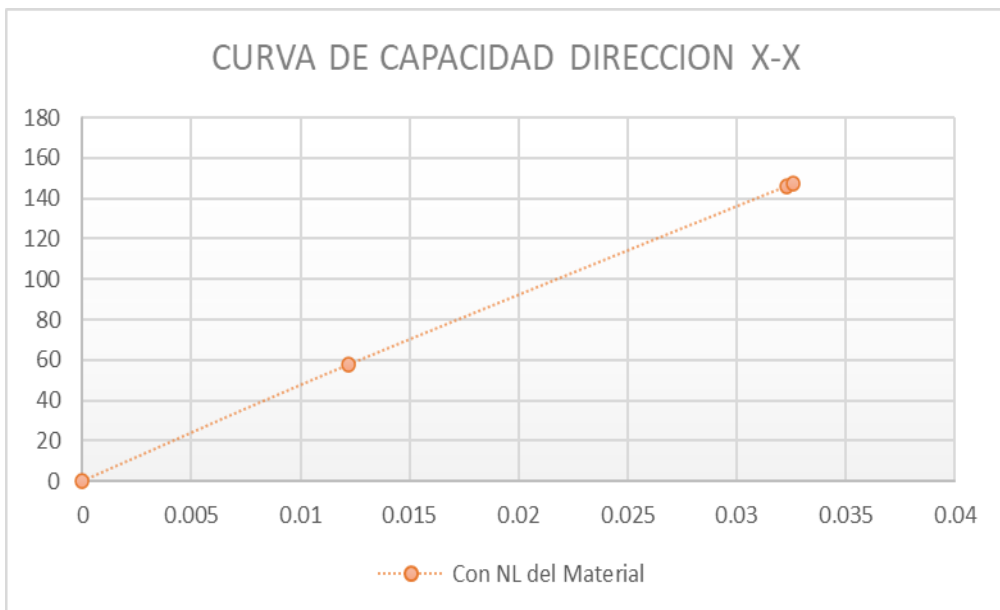


Figura 49. Curva de capacidad considerando la no linealidad del Material vs curva de capacidad considerando el Daño físico en la dirección x-x

Tabla 28. Curvas de capacidad

Curva de capacidad	
D x	V x
0	0
0.012185	57.575
0.032284	146.221
0.032566	147.3418

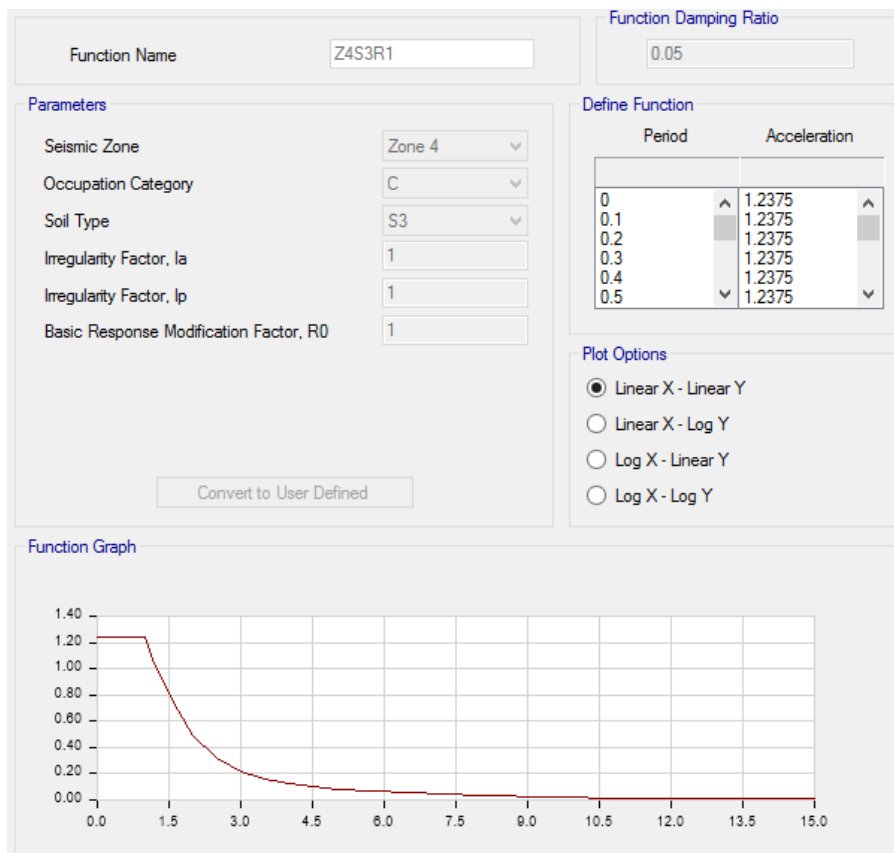


Figura 50. Demanda sísmica

Este espectro considera una demanda sísmica para un periodo de retorno de 475 años, para un periodo de diseño de 50 años con una probabilidad de ocurrencia de 10%.

Por lo que según nuestra hipótesis N°1 la cual nos dice que: La no linealidad del material y daño físico sí se relaciona con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San pedro, Chimbote, 2023.

Habiendo obtenido las curvas de capacidades considerando la no linealidad del material y las demandas sísmica podemos determinar el punto de desempeño de la estructura y evaluar su grado de vulnerabilidad.

Tipo de sismo		Raro
Periodo de retorno	Tr	475 Años
desplazamiento ultimo	du	0.033 m
Desplazamiento ultimo elastico	dy	0.0138 m
Desplazamiento de demanda	dd	0.03 m

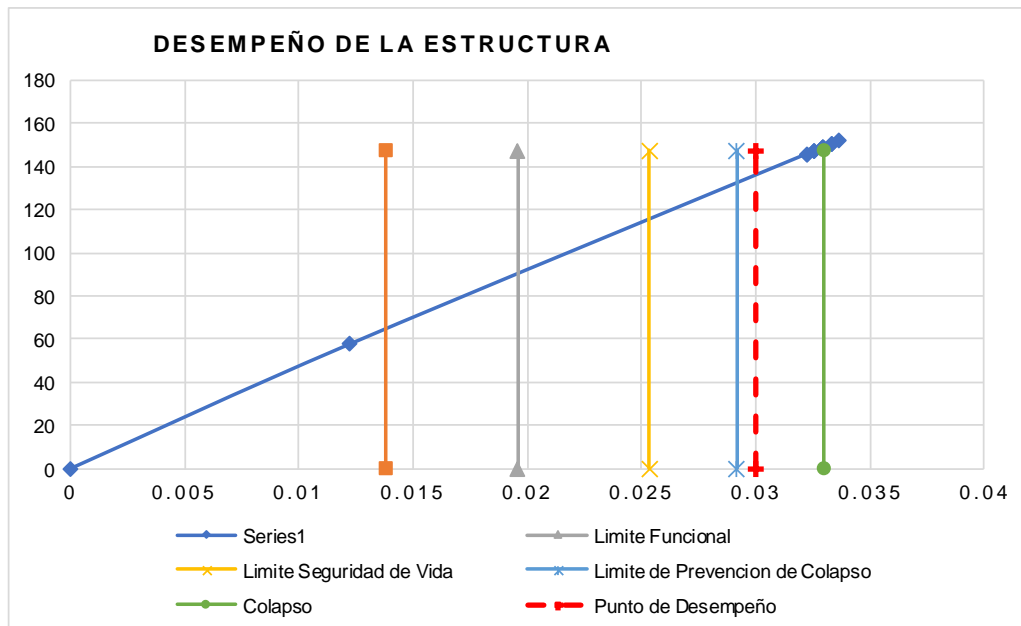


Figura 51. Nivel de desempeño en la dirección x-x

Tabla 29. R probable de diseño

Ductilidad de capacidad	2.39
Ductilidad de demanda	2.17
Reserva de ductilidad	0.22
No habilitable	Raro
R probable de diseño	2.99

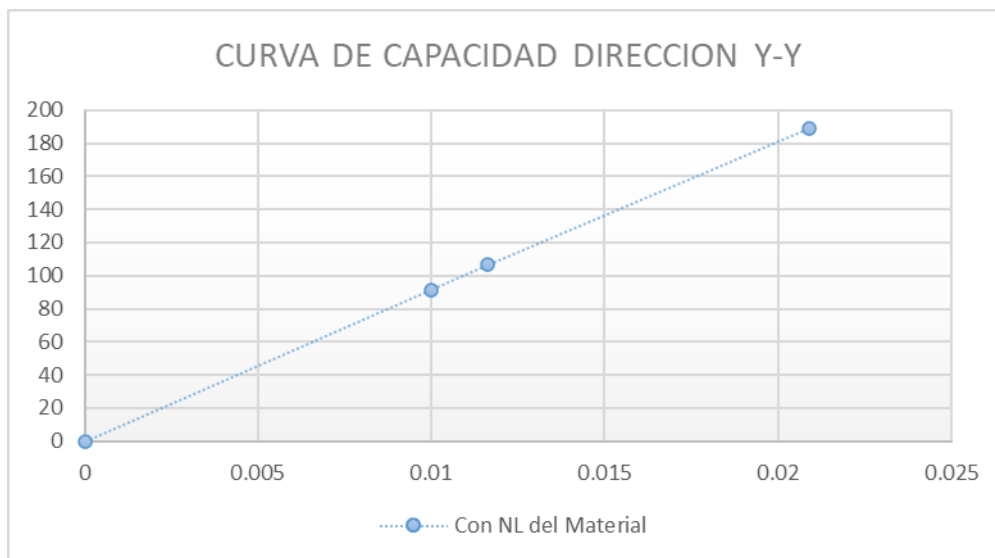


Figura 52. Curva de capacidad considerando la no linealidad del material vs curva de capacidad considerando Daño físico en la dirección y-y

Tabla 30. Niveles de daño

Curva de capacidad	
D y	V y
0	0
0.01	91.6109
0.011615	106.4015
0.02091	188.9155

Para determinar las curvas de capacidades de la estructura se requiere aplicar una fuerza de manera progresiva hasta encontrar el punto de falla de la estructura, la imagen N°43 donde se muestra el daño físico máximo que soporta la estructura y sobre el cual se obtiene las curvas de capacidades (dirección y-y) imagen n°47 que permite conocer cuál es la máxima fuerza cortante que resiste la estructura considerando únicamente la no linealidad del material. Una vez determinada las curvas de capacidades de las estructuras es necesario determinar el nivel de desempeños según el ASCE 41-17, para lo cual será necesario obtener la demanda sísmica, el cual se construye a través del espectro de respuesta para el sismo de diseño y poder relacionarlo con la vulnerabilidad sísmica.

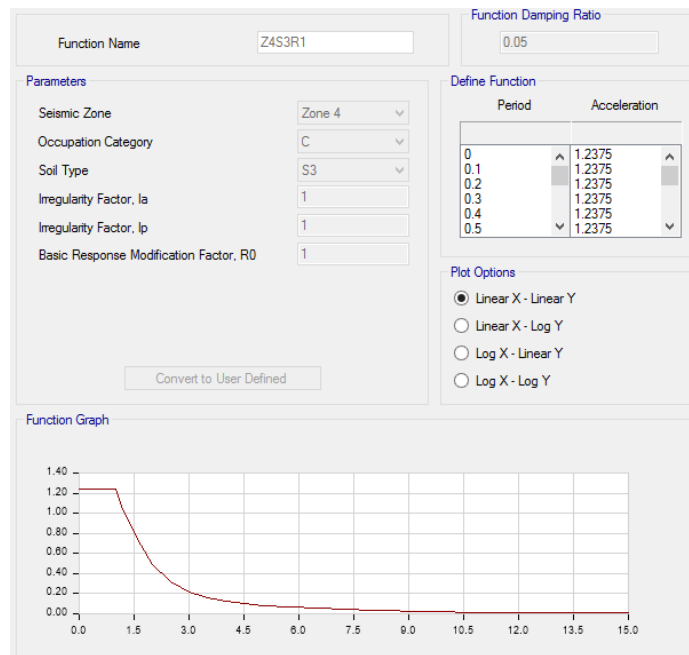


Figura 53. Demanda sísmica

Este espectro considera una demanda sísmica para un periodo de retorno de 475 años, para un periodo de diseño de 50 años con una probabilidad de ocurrencia de 10%.

Habiendo obtenido las curvas de capacidades y las demandas sísmicas podemos determinar el punto de desempeño de la estructura y evaluar su grado de vulnerabilidad.

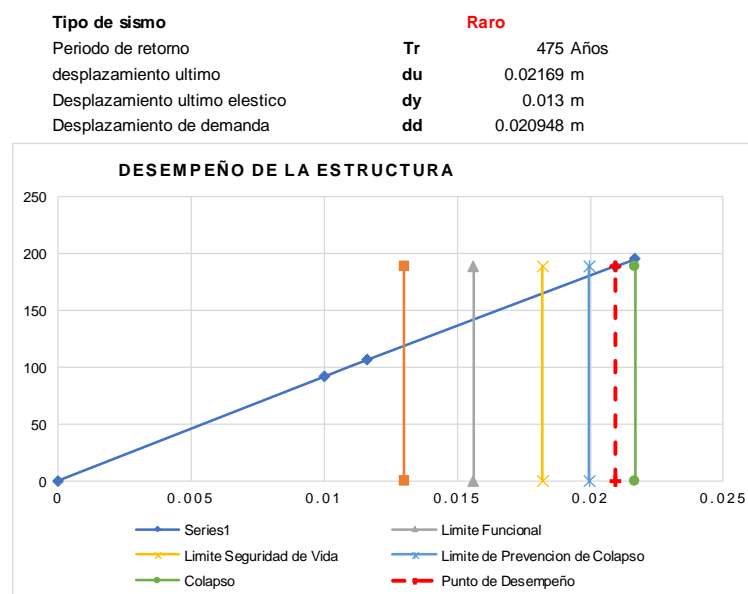


Figura 54. Nivel de desempeño en la dirección y-y

Tabla 31. R probable de Diseño

Ductilidad de capacidad	1.67
Ductilidad de demanda	1.61
Reserva de ductilidad	0.06
No habilitable	Raro
R probable de diseño	2.09

Como se puede observar en ambas direcciones la estructura se en un nivel de daño completo o colapso, lo cual demuestra que la estructura es vulnerable ante un sismo de diseño que considera la norma E030.

Como objetivo específico N°2 tenemos que: Demostrar que la articulación de la no linealidad geométrica con el daño probado y su relación con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH, San Pedro, Chimbote, 2023.

A partir de las curvas de fragilidades se determinar el índice de daño probado calculando el promedio de las probabilidades de cada estado de daño y con ello la vulnerabilidad sísmica de la estructura.

En resumen, se observa que la articulación de la no linealidad geométrica es influyente en la determinación de la curva de capacidad para las viviendas del AA: HH San Pedro, con ello se construye las curvas de fragilidad y en su defecto el índice de daño probado.

Para determinar la articulación de la no linealidad geométrica y el daño probado es necesario determinar la influencia de la no linealidad geométrica respecto de la no linealidad del material, lo cual logramos dejando de aplicar el efecto P Delta en el análisis no lineal, como se evidencia a continuación.

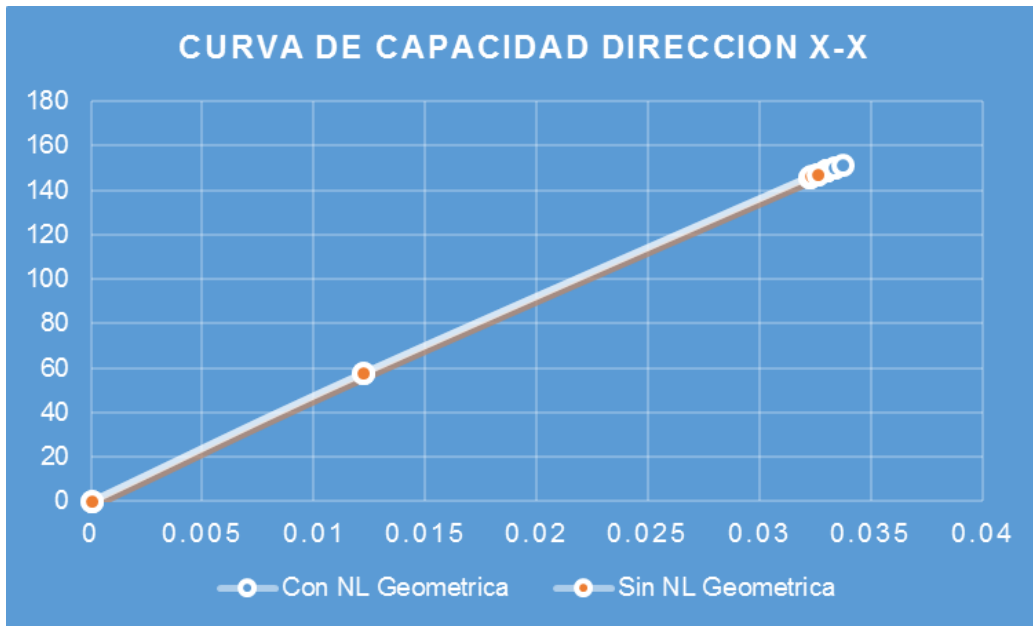


Figura 55. Curva de capacidad dirección x-x

Tabla 32. Datos de Curva de Capacidad dirección X - X

Con NL Geométrica		Sin NL Geométrica	
Dx	Vx	Dx	Vx
0	0	0	0
0.012185	57.5816	0.012185	57.575
0.032199	145.8972	0.032284	146.221
0.032201	145.881	0.032566	147.3418
0.032517	147.2035		
0.032519	147.1105		
0.032929	148.8014		
0.032931	148.7804		
0.032933	148.7553		
0.032934	148.7591		
0.032936	148.7234		
0.033283	150.1781		
0.033285	150.1906		
0.033662	151.7447		

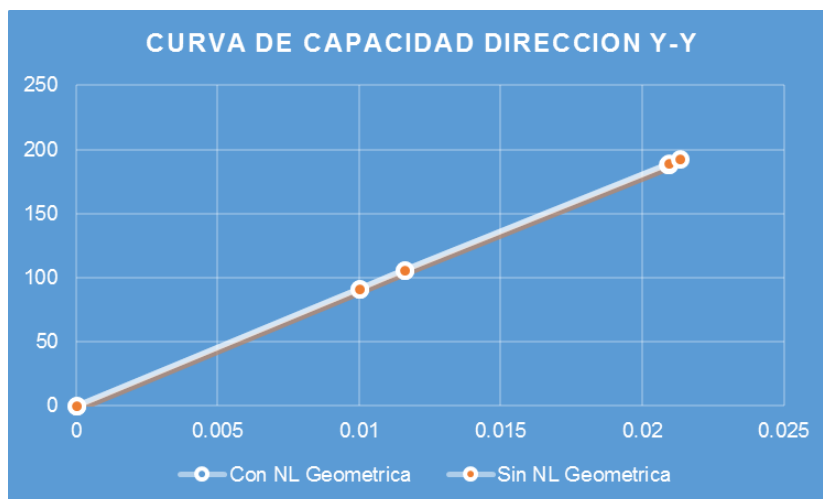


Figura 56. Curva de capacidad dirección y-y

Tabla 33. Datos de curva de capacidad dirección Y - Y

Con NL Geométrica		Sin NL Geométrica	
Dy	Vy	Dy	Vy
0	0	0	0
0.01	91.6101	0.01	91.6109
0.011612	106.3585	0.011615	106.4015
0.020931	188.958	0.02091	188.9155
0.020933	188.9866		
0.021342	192.4275		

Como se observa en las curvas de capacidad tanto en dirección x-x como en la dirección y-y, el efecto de la no linealidad geométrica no es incidente en relación a la deformación última, de igual manera también observamos que considerando la no linealidad geométrica la capacidad a corte aumenta solo un 2.90 % en la dirección x-x, y 1.82% en la dirección y-y, en comparación con haber considerado únicamente la no linealidad del material a partir de esta determinación podemos considerar o no la no linealidad geométrica ya que no es determinante para determinar la capacidad de la estructura.

Una vez obtenidas las curvas de capacidad resolvemos las curvas de fragilidad, y el daño probado con vulnerabilidad sísmica de la estructura.

Las curvas de capacidad permiten obtener los parámetros que permiten calcular las curvas de capacidad a partir de una función log normal que busca relacionar el

desplazamiento de desempeño con la probabilidad de ocurrencia para los diferentes estados de daño como se muestra a continuación

Tabla 34. Curva de capacidad de la estructura Dirección X - X

Tipo	Desplazamiento (cm)	Desplazamiento espectral (cm)
Dy (cm)	1.21	0.98
Du (cm)	3.37	2.73

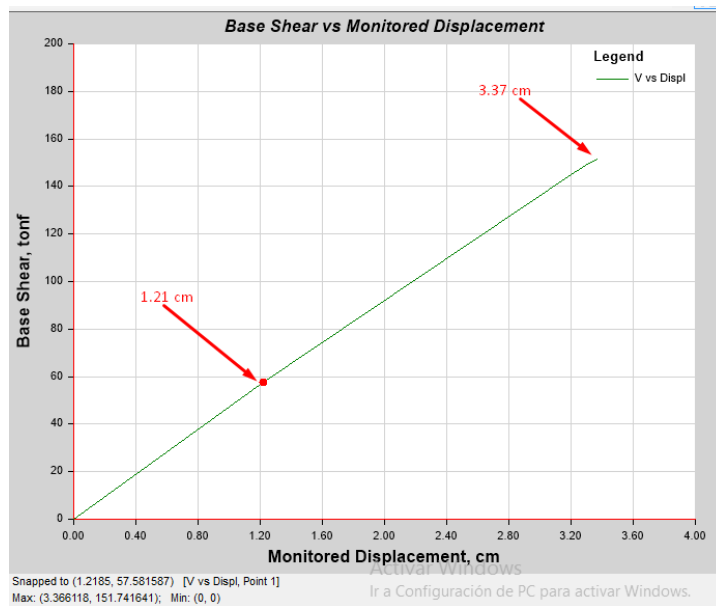


Figura 57. Curva de capacidad de la estructura dirección x-x

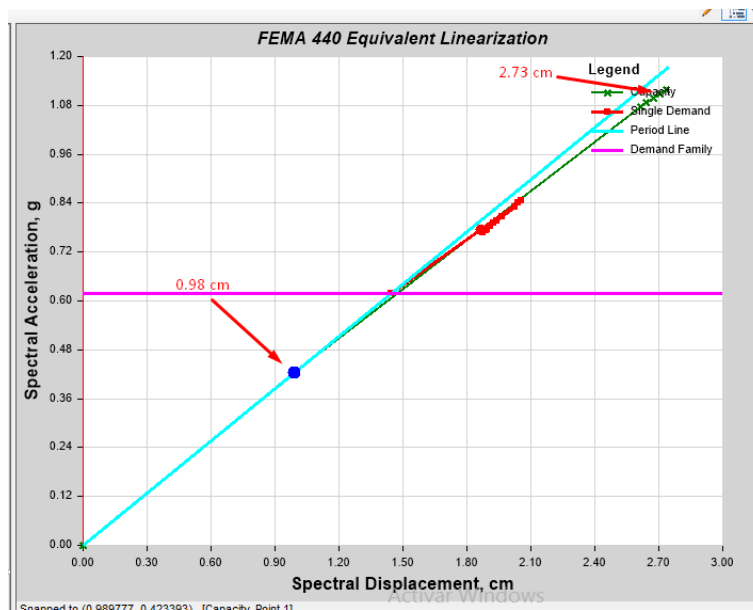


Figura 58. Curva de capacidad de la estructura dirección x-x

Como objetivo específico N°3 tenemos que: Determinar la articulación del método de regresión de no linealidad y predicción de riesgo probado se relaciona con las curvas de capacidad de las viviendas del AAHH. San Pedro, Chimbote, 2023.

Por otro lado la articulación del método de regresión de no linealidad nos permite determinar las curvas de fragilidad ya que estos métodos buscan aplicar una fuerza de manera progresiva hasta alcanzar su máximo desplazamiento y alcanzar el punto de falla ,de tal manera que permita graficar la curva de capacidad ,a partir de allí determinaremos la curva de fragilidad y la predicción de riesgo probado , para el cual se conoce el que nivel de daño probado en la dirección x-x es del 84% , mientras que en la dirección y-y es el 86% de daño con lo cual podemos indicar que la estructura sufre una gran cantidad de daño y de acuerdo a manual Hazus este alto porcentaje de daño indica también que el costo de reparación es alto y el nivel de daño alcanzado no garantiza la estabilidad de la estructura.

Tabla 35. Nivel de daño

Nivel de daño	Desplazamientos espectrales Sdi	desviación estándar log normal β_i
Ligero	0.686	0.321700467
Moderado	0.98	0.384372629
Extensivo	1.4175	0.509716954
Completo	2.73	0.662146192

Tabla 36. Desplazamiento de desempeño

Desempeño	Desplazamiento de desempeño (cm)	Desplazamiento espectral (cm)
x-x	3.29	2.67

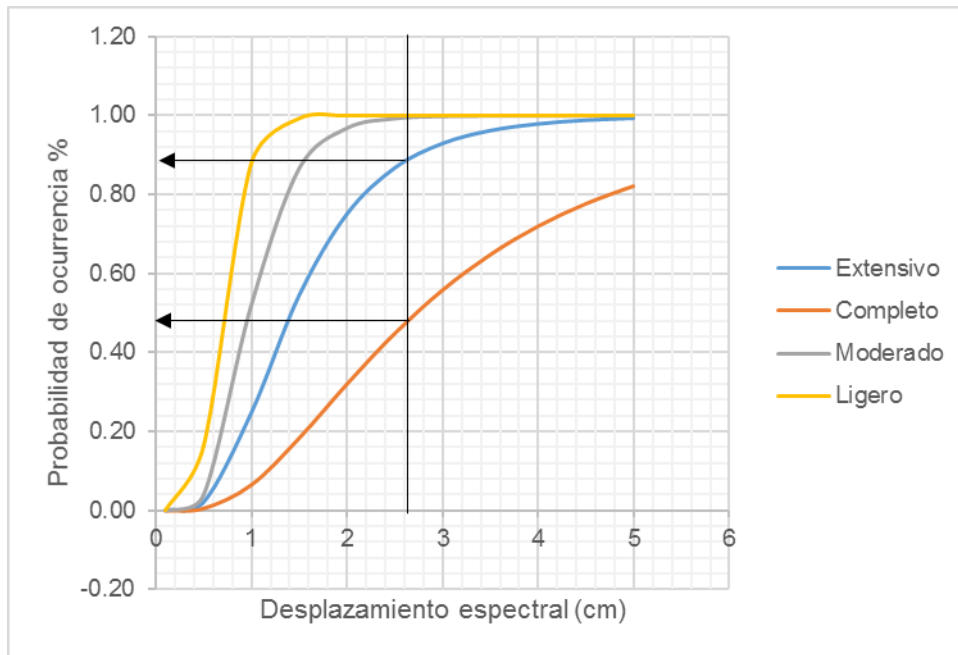


Figura 59. Curva de fragilidad dirección x-x

Tabla 37. Datos de curva de fragilidad

Extensivo	Completo	Moderado	Ligero
89%	49%	100%	100%

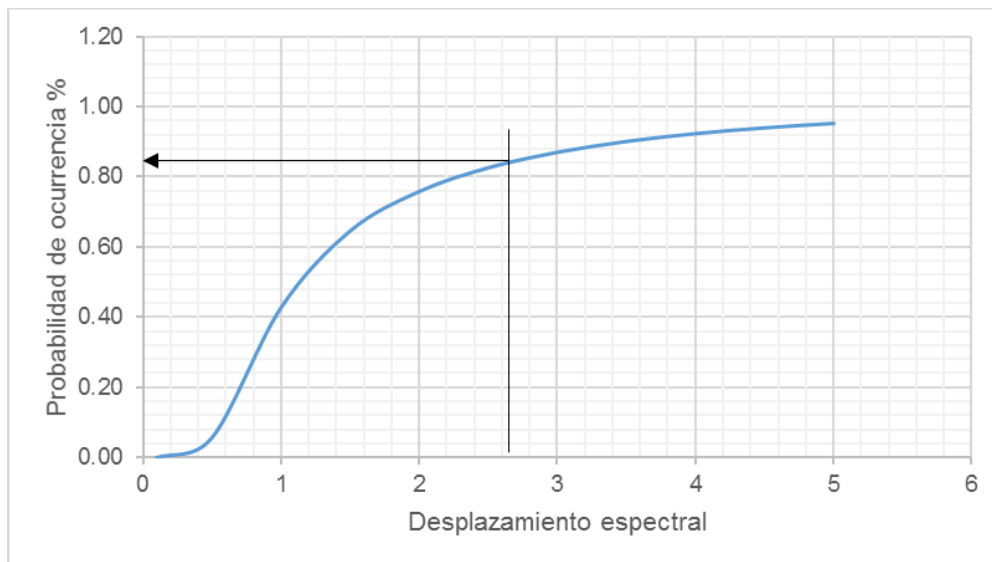


Figura 60. Índice de daño probado

Tabla 38. Vulnerabilidad

vulnerabilidad
84%

Tabla 39. Desplazamiento

Tipo	Desplazamiento (cm)	Desplazamiento espectral
Dy (cm)	1.92	0.88
Du (cm)	2.17	1.92

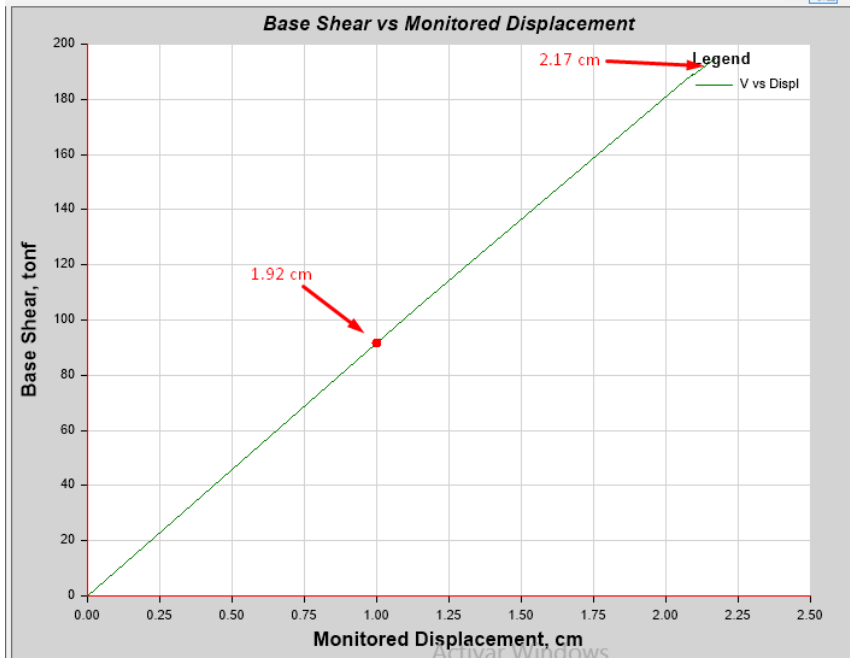


Figura 61. Curva de capacidad de la estructura dirección y-y

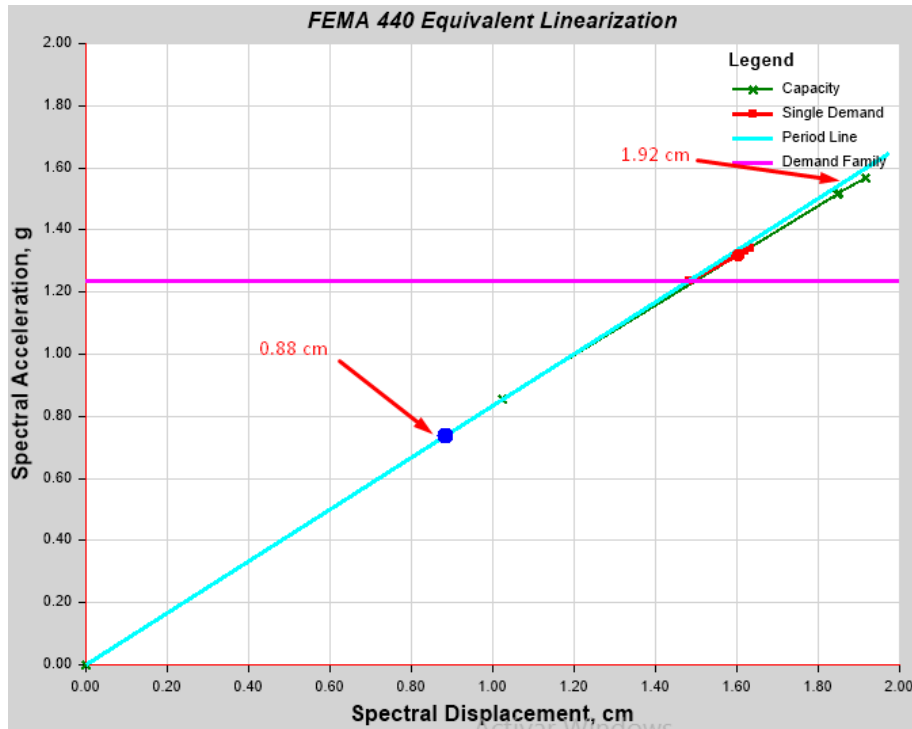


Figura 62. Curva de capacidad de la estructura dirección y-y

Considerando desplazamientos espectrales

Tabla 40. Nivel de Daño

Nivel de daño	Desplazamientos espectrales S _{di}	desviación estándar log normal β_i
Ligero	0.616	0.258568139
Moderado	0.88	0.222032357
Extensivo	1.14	0.148960793
Completo	1.92	0.211200991

Tabla 41. Desplazamiento en Y - Y

Desempeño	Desplazamiento (cm)	Desplazamiento espectral (cm)
y-y	2.09	1.85

Como objetivo específico N°4 tenemos que: Determinar la relación de las curvas de fragilidad y la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023.

Las curvas de fragilidad permiten determinar las probabilidades de excedencia que incurren las estructuras para diferentes estados de daño. En el caso de la dirección x-x, se tiene que las probabilidades de excedencias para unos estados de daños Ligeros son del 100%, para un estado de daño moderado es del 100%, para el estado completo un 49%, mientras que para el estado de daño extensivo es del 89%.

Para el caso de la dirección y-y se tiene que la probabilidad de excedencia para un estado de daño Ligero es del 100%, para un estado de daño moderado es del 100%, para el estado completo un 43%, mientras que para el estado de daño extensivo es del 100%.

A partir del promedio de estos porcentajes de probabilidad de excedencia se determina el porcentaje de vulnerabilidad de la estructura en cada dirección. Para el caso de la dirección x-x es del 84%, mientras que para el caso de la dirección y-y es del 86%.

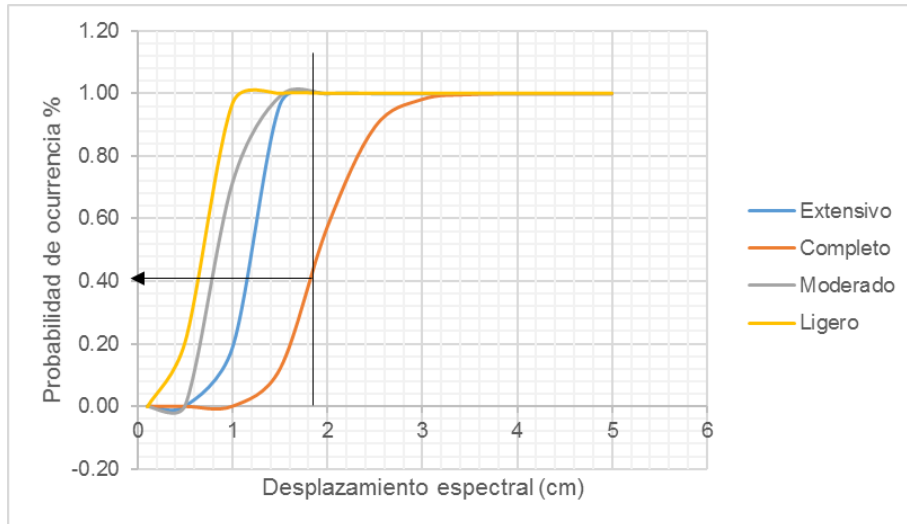


Figura 63. Curva de fragilidad dirección y-y

Tabla 42. Datos de curva fragilidad Y - Y

Extensivo	Completo	Moderado	Ligero
100%	43%	100%	100%

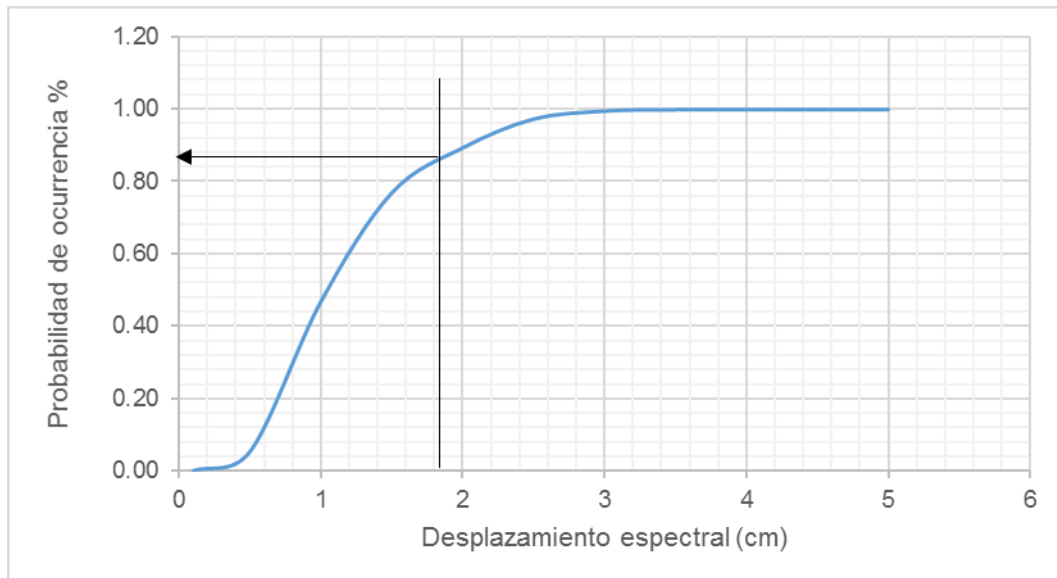


Figura 64. Índice de daño probado

Tabla 43. Porcentaje de vulnerable

Vulnerabilidad
86%

Como objetivo general tenemos que: Demostrar que la Articulación de los métodos de regresión no lineal - predicción de riesgo probado se relaciona con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San Pedro 2023.

La articulación del método de regresión no linealidad, nos permite determinar la capacidad máxima de la estructura lo que es importante para poder construir la curva de fragilidad que como bien se indicó anteriormente estas curvas no da a conocer la probabilidad de excedencia para cada estado de daño y finalmente el promedio de estas probabilidades no da a conocer la vulnerabilidad de la estructura y/o el índice de daño probado.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Del objetivo general: demostrar que la Articulación de los métodos de regresión no lineal - predicción de riesgo probado se relaciona con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San Pedro. Se determinó la existencia de una correlación positiva cuyo valor fue 0,851 empleando el coeficiente de Pearson. Samaniego y Sánchez (2020) como resultado principal es la determinación de las vulnerabilidades sísmicas del edificio escolar por el método de los análisis dinámicos no lineales incremental. Se obtendrán curvas de fragilidad y matrices de daño que describirán el estado de daño esperado de la edificación ante eventos sísmicos. Además, se evaluará la estructura con la norma E.030 y se detallará los modelados de los elementos en comportamientos inelásticos utilizando el software ETABS 17.0.

Discusión principal: La discusión principal se centrará en los análisis de la vulnerabilidad sísmica, incluyendo la curva de fragilidad y la matriz de daño. Se compararán los resultados con las sugerencias de los estándares FEMA 356 y ASCE 41-13. Conclusión principal: En conclusión, esta investigación busca determinar la vulnerabilidad sísmica de una vivienda existente mediante los análisis dinámico no lineales incremental. Los resultados obtenidos permitirán evaluar el estado de daño esperado de la edificación ante eventos sísmicos y proporcionarán información relevante para tomar decisiones de refuerzo y mejora de la estructura. Además, se destacará la importancia de considerar el comportamiento inelástico de los materiales y las aplicaciones de análisis probabilistas en las evaluaciones de las vulnerabilidades sísmicas.

Respecto al objetivo específico 1: Demostrar la articulación de la no linealidad del material con el daño físico y su relación con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023. Se determinó la existencia de una correlación positiva cuyo valor fue 0,782 empleando el coeficiente de Pearson. (Marín, 2021) como resultado principal, al aplicar las consecuencias de la no linealidad geométrica en el modelo, se obtienen resultados significativos. El desplazamiento de pisos presenta unas variaciones promedias de 0.69% en las direcciones "X" y 1.20% en la dirección "Y". En cuanto a los desplazamientos de entrepiso, se observa unas variaciones promedias de 0.59% en las

direcciones "X" y 1.07% en las direcciones "Y". En relación a la fuerza de corte, se registra unos promedios de variaciones de 0.48%, y en el momento flector, se obtiene un promedio de variación de 0.61%. Discusión principal: Los resultados logrados evidencian que las aplicaciones de las consecuencias de la no linealidad geométrica tienen un impacto en las respuestas estructurales de la edificación de acero analizados. Los desplazamientos, fuerzas de corte y momentos flectores presentan variaciones significativas, lo que indica la importancia de considerar la no linealidad geométrica en los diseños de estos tipos de edificaciones. Conclusión principal: En conclusión, la investigación demuestra que las aplicaciones de las no linealidades del material "P-Delta" en los modelos de edificaciones tienen un impacto significativo en las respuestas estructurales. El desplazamiento de piso y entrepiso, las fuerzas de corte y los momentos flectores presentan variaciones importantes al considerar este efecto. Estos hallazgos resaltan la importancia de tomar en cuenta la no linealidad geométrica en los diseños y análisis de estos tipos de estructuras.

Respecto al objetivo específico 2: Demostrar la articulación de la no linealidad geométrica con el daño probado y su relación con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023. Se determinó la existencia de una correlación positiva cuyo valor fue 0,791 empleando el coeficiente de Pearson. Estrada & Vivanco (2019) como resultado de los análisis y evaluaciones de la estructura, se propuso los enchapados de mamposterías como las alternativas óptimas de reforzamientos. Esta propuesta se basa en analizar técnicamente y económicamente que mejora los desempeños de las estructuras y busca minimizar las deficiencias, considerando la relación costo-beneficio. El proyecto también tiene como resultado guías de referencias para intervenir en un tipo de construcción informal con propiedades parecidas, con el objetivo de minimizar su vulnerabilidad sísmica y evitar su posible demolición. Además, se destaca la importancia de este proyecto como unas guías de referencias para intervenir otro tipo de construcción informal parecida, reduciendo sus vulnerabilidades sísmicas mediante los reforzamientos estructurales y excluyendo sus demoliciones.

Respecto al objetivo específico 3: Demostrar la articulación del método de regresión de no linealidad y predicción de riesgo probado con las curvas de capacidad de las viviendas del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023, Se llevaron a cabo procedimientos analíticos de análisis estructural no lineal para comprender el comportamiento por desempeño. Una herramienta de evaluación crucial resultó ser la curva de capacidad, mediante la cual se evaluaron los valores de desplazamiento en los puntos de fluencia y en los puntos de colapso de la edificación. Se identificó una correlación positiva con un valor de 0,755 utilizando el coeficiente de Pearson. Orozco (2020). Las estructuras compuestas por pórticos de concreto armado exhiben niveles significativos de deformación, especialmente aquellas más antiguas diseñadas según la normativa sísmica de 1997. Estas estructuras pueden presentar deformaciones de hasta 16.42 cm en caso de un sismo raro. Es innegable que estas deformaciones no pueden ser tratadas como características de materiales rígidos como el concreto y la albañilería. Este hecho sitúa su desempeño estructural muy próximo a los límites de seguridad, casi al borde del colapso. Con la evolución de las normas sísmicas a partir del año 2003, se introdujo un aumento significativo en la rigidez de los sistemas de pórticos de concreto armado. Este ajuste buscaba lograr un equilibrio en los desplazamientos en ambas direcciones de la edificación. Aunque estas modificaciones mejoraron las mediciones de evaluación del desempeño, no se consideran como una solución definitiva. A pesar de estos avances, aún persiste la posibilidad de que estas edificaciones no alcancen el colapso, pero la mejora no es absoluta.

Respecto al objetivo específico 4: Demostrar la relación de las curvas de fragilidad y la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023. Se determinó la existencia de una correlación positiva cuyo valor fue 0,936 empleando el coeficiente de Pearson. Orozco (2020) Los resultados revelaron una conexión significativa entre la curva de fragilidades y el total de daño ocasionado por eventos sísmicos recientes. Un muestreo aleatorio indicó que las resistencias promedio de los bloques de mampostería alcanzaban los 30 kg/cm². Esto implica que frente a un sismo probable con una probabilidad del 10% en un periodo de 50 años, los daños podrían experimentar variaciones sustanciales, fluctuando entre un 60% y un 100%. A partir de estos hallazgos, se llegó a la

conclusión de que, en numerosas zonas rurales del país, los materiales de construcción provienen de instalaciones artesanales que carecen de un control de calidad apropiado, especialmente en términos de la resistencia de dichos materiales.

V. CONCLUSIONES

Se concluye la existencia de una relación positiva entre la articulación de los métodos de regresión no lineal - predicción de riesgo probado se relaciona con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San Pedro. Además, se determinó la existencia de una correlación positiva dando un valor de 0,851 empleando el coeficiente de Pearson.

Se concluye la existencia de una correlación positiva entre el uso de la articulación de la no linealidad del material con el daño físico y su relación con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023. Asimismo, se determinó la existencia de una correlación positiva dando un valor de 0,782 empleando el coeficiente de Pearson.

Se concluye la existencia de una correlación positiva entre el uso de la articulación de la no linealidad geométrica con el daño probado y su relación con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023. Además, se determinó la existencia de una correlación positiva dando un valor de 0,791 empleando el coeficiente de Pearson.

Se concluye la existencia de una correlación positiva entre el método de regresión de no linealidad y predicción de riesgo probado se relaciona con las curvas de capacidad de las viviendas del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023. Además, se determinó la existencia de una correlación positiva dando un valor de 0,755 empleando el coeficiente de Pearson.

Se concluye la existencia de una correlación positiva entre las curvas de fragilidad y la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023. Además, se determinó la existencia de una correlación positiva dando un valor de 0,936 empleando el coeficiente de Pearson.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los profesionales de ingeniería civil de los entes formuladores y ejecutores de proyectos de infraestructuras, se les insta a reconocer la importancia de analizar el comportamiento no lineal de las estructuras que componen los edificios a construir en zonas altamente sísmicas, como es el caso de la ciudad de Chimbote. Deben incorporar en sus cálculos estructurales las evaluaciones de desempeños y todo nivel de vulnerabilidades, garantizando así que la construcción cumplan con sus responsabilidades sociales de salvaguardar a los usuarios, antes, durante y después de todo evento sísmico.

Se sugiere a especialistas ampliar el conocimiento en el análisis no lineal de sistemas estructurales y método de predicción de riesgo probado con el objetivo de fortalecer la preparación de los profesionales que, en el futuro, estarán encargados de planificar y la ejecución de las infraestructuras, la cual estará constantemente expuestas a riesgos sísmicos. Dada la alta sismicidad en toda la costa norte de nuestro país, el período prolongado de inactividad sísmica acumula energía que podría liberarse repentinamente en perturbaciones sísmicas de considerable magnitud.

Se sugiere implementar técnicas adicionales de validación para asegurar la garantía de los logros mediante métodos de regresión no lineal. Esto podría incluir comparaciones con modelos alternativos o la aplicación de análisis de sensibilidad.

Se recomienda profundizar la revisión de literatura sobre vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas. Incluye estudios previos que aborden estrategias efectivas para mitigar dicha vulnerabilidad.

Por otro lado, se pudo hacer unas recomendaciones en base a los resultados obtenidos por el estudio de suelos, se sugiere emplear cimentaciones por a través de zapatas de tipo conectadas, también se recomienda por el tipo de suelo encontrado arenas mal graduadas (SP), de capacidad semi suelta y ligeramente que se deberá realizar un mejoramiento de suelo en un espesor de 0.50 m, medidos a partir de la profundidad de cimentación, esto para mejorar las

condiciones de estabilidad de la estructura a proyectar, el mejoramiento será con un subcimiento de $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ de 0.30m de H y así poder estar lista para recibir la cimentación proyectada.

Se recomienda realizar una compactación efectiva del suelo durante la fase de construcción con el fin de mejorar su nivel de densidad. Además, es crucial evitar la cimentación sobre material de relleno y asegurarse de llegar siempre al suelo natural objeto de estudio.

Si existiera en alguna excavación a la profundidad de 1.50 m. lentes de arcilla se tendrá que eliminar y reemplazar por material compactado con fino no plásticos.

REFERENCIAS

- (FEMA 356). (2000). *FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY. PRESTANDARD AND COMMENTARY FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS*:
<https://www.nehrp.gov/pdf/fema356.pdf>
- Acito, M., Magrinelli, E., Milani, G., & Tiberti, S. (2020). Seismic vulnerability of masonry buildings: Numerical insight on damage causes for residential buildings by the 2016 central Italy seismic sequence and evaluation of strengthening techniques. *ScienceDirect*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.101081>
- Aji Pranata, Y. (2018). *EVALUASI KINERJA GEDUNG BETON BERTULANG TAHAN GEMPA dengan PUSHOVER ANALYSIS*. <https://sipil-uph.tripod.com/vol3.1.5.pdf>
- Alvarez, M. L. (1997). El plástico y sus usos. In M. L. Alvarez, *El ABC de los plásticos*. Universidad Iberoamericana.
- Arias Gonzáles, J. L. (2021). *Diseño y MÉTODología de la Investigación*. Lima: Enfoques Consulting EIRL.
- ATC-40. (2015). ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL CON ATC-40. *Recopilación de FEMA356 empleando el método de los coeficientes de desplazamiento*. <https://es.slideshare.net/ronaldpurca3/anlisis-esttico-no-lineal-fema-356>
- Bazzano, J., & Pérez, J. (2017). *Introducción al Análisis No Lineal de Estructuras*. Instituto de Matemática y Estadística.
https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/22106/1/Bazzano_P%C3%A9rezZerpa_Introducci%C3%B3n_al_An%C3%A1lisis_No_Lineal_de_Estructuras_2017.pdf
- Bruno Bazzano, J., & Pérez Zerpa, J. (2017). *Introducción al Análisis No Lineal de Estructuras*.
https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/22106/1/Bazzano_P%C3%A9rezZerpa_Introducci%C3%B3n_al_An%C3%A1lisis_No_Lineal_de_Estructuras_2017.pdf
- Carrillo, J. (2007). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ESTRUCTURAS UTILIZANDO UN DISEÑO POR DESEMPEÑO*.

- Universidad Militar Nueva Granada*, 1-12.
<http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v75n155/a09v75n155.pdf>
- Coral Patiño, J. A. (2019). *Comportamiento del concreto con cascarilla de café y posibilidades ante la textura y color*. Pregrado, Bogotá.
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77004/JennyCoralPatiño.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Desastres, R. I. (2021). Impacto de futuros tsunamis de la fosa de Java en el bienestar de los hogares: fusionando geofísica y economía a través de modelos de catástrofes. *Revista Internacional de Reducción del Riesgo de Desastres*, 61, e102291.
<https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420921002570>
- Estrada Arana, K. P., & Vivanco Pesantez, N. A. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño del reforzamiento de una vivienda de tres pisos ubicada en el norte de Quito - Ecuador*. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL DE ECUADOR, QUITO .
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20314>
- FEMA 440. (2005). *IMPROVEMENT OF NONLINEAR STATIC SEISMIC ANALYSIS PROCEDURES*. Washington, D.C.: Department of Homeland Security Federal Emergency Management Agency.
<https://mitigation.eeri.org/wp-content/uploads/fema-440.pdf>
- Gutierrez, L. Y. (2018). 9.
- Hernandez, R., & Mendoza, C. (2018). *MÉTODología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Hernandez, R., & Mendoza, C. (2018). *MÉTODología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- IBM. (2022). *SPSS Statistics*. <https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/saas?topic=regression-quantile>
- Illacutipa , W., & Illacutipa , A. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante curvas de fragilidad de edificaciones típicas de albañilería*

- confinada en la ciudad de Juliaca.* Universidad Peruana Union.
<http://hdl.handle.net/20.500.12840/1973>
- LA NORMA TÉCNICA E.030. (2016, Enero 24). *LA NORMA TÉCNICA E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE” DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.* Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento:
<https://museos.cultura.pe/sites/default/files/item/archivo/Norma%20t%C3%A9cnica%20E.030%20Dise%C3%B1o%20sismorresistente.pdf>
- Li, F., Yigitcanlar, T., & Nepal, M. (2023). Integración del aprendizaje automático y la teledetección para aprovechar la sostenibilidad urbana: una revisión y un marco. *Ciudades y sociedad sostenibles*, 96, e104653.
<https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670723002640>
- Li, S., Yong, C., Hong, L., & del Gaudio, C. (2023). Modelo empírico de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios urbanos típicos. *Boletín de Ingeniería Sísmica*, 2217-2257.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10518-022-01585-8>
- Llactahuamani, B. (2019). *Vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el AA. HH. Pueblo Joven “El Milagro de la Fraternidad Comité 12”, Independencia, Lima - Perú, 2019.* Universidad Cesar Vallejo.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/46314>
- Loa Canales, G. (2017). *Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997.*
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/8618>
- Makridakis, S., Hyndman, R., & Petropoulos, F. (2020). Previsión en entornos sociales: el estado del arte. *Revista internacional de previsión*, 36(1), 15-28. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.05.011>
- Maldonado Rondón, E., & Chio Cho, G. (2019). Evaluación de las funciones de vulnerabilidad sísmica de la construcción de tierra. *ingeniería y desarrollo*.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612009000100010

- Maldonado, O. (2020). *Estimación de funciones de vulnerabilidad sísmica en edificaciones con base en procedimientos probabilísticos*. Pontificia universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/15731>
- Marín, R. (2021). *Efecto de la no linealidad geométrica en la respuesta estructural de edificios de acero, Puno 2021*. Ate: Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/78958>
- Mehrboda, A., Behnamfarb, F., aziminejada, a., & Hamid, H. (2022). Evaluación de vulnerabilidad sísmica de puentes de arco de piedra mediante análisis dinámico no lineal utilizando el método de elementos discretos. *Revista Internacional de Patrimonio Arquitectónico*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/15583058.2022.2071182>
- Mendia, J., García, A., Edurne, A. E., & Nuño, R. (2017). *Desarrollo de un modelo de predicción de riesgo de hospitalizaciones no programadas en el País Vasco*. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272014000200007#:~:text=Los%20modelos%20predictivos%20de%20ajuste,mayor%20riesgo%20de%20hospitalizaci%C3%B3n5.
- Mesta. (2017). p.33.
- Moffed, M., Mohamed, F., & Noroozinejad, E. (2019). Development of seismic vulnerability index methodology for reinforced concrete buildings based on nonlinear parametric analyses. *ScienceDirect*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.01.006>
- NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.034. (2008). *Comision de Regalmentos Tecnicos y Comerciales -INDECOPI*. Comision de Regalmentos Tecnicos y Comerciales -INDECOPI: <https://pdfcoffee.com/ntp-339034-MÉTODO-de-ensayo-normalizado-para-la-determinacion-de-la-resistencia-a-la-compresion-del-concreto-en-muestras-cilindricas-2-pdf-free.html>
- Núñez, F., Ruíz, D., & Cortés, J. (2021). Análisis dinámico no lineal de edificios de acero sometidos a terremotos. *Scielo*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732021000200173>
- Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). *MÉTODología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Bogota.

- Orozco Fernando, G. (2020). *ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICIOS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA, MEDIANTE ANÁLISIS NO LINEAL DE CARGAS LATERALES INCREMENTALES EN GUATEMALA*. Guatemala.
338925636_ANALISIS_DE_VULNERABILIDAD_SÍSMICA_DE_EDIFICIOS_DE_MAMPOSTERIA_CONFINADA_MEDIANTE_ANALISIS_NO_LINEAL_DE_CARGAS_LATERALES_INCREMENTALES_EN_GUATEMALA
- Orozco M., Avila Y., Restrepo., Parody A. (2018). Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. *33(2)*.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000200161
- ortega, J., Vasconcelos, G., Rodriguesb, H., Correiac, m., & Romeu , V. (2019). Use of post-earthquake damage data to calibrate, validate and compare two seismic vulnerability assessment methods for vernacular architecture. *ScienceDirect*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101242>
- pietro croce, f. I., Formichi, P., Beconcini, M. L., Puccini, B., & Zotti, V. (2021). Non-linear Methods for the Assessment of Seismic Vulnerability of Masonry Historical Buildings. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-90788-4_51
- Pingo, W. (2023). *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*. Repositorio Institucional UNP. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/4586>
- Preciado, A., Ramirez, A., Santos, J., & Rodriguez, O. (2020). Seismic vulnerability assessment and reduction at a territorial scale on masonry and adobe housing by rapid vulnerability indicators: The case of Tlajomulco, Mexico. *ScienceDirect*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101425>
- Preciado, A., Ramírez, A., Santos, J., & Rodríguez, O. (2020). Seismic vulnerability assessment and reduction at a territorial scale on masonry and adobe housing by rapid vulnerability indicators: The case of

- Tlajomulco, Mexico. *ScienceDirect Elsevier*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101425>
- Qi, S., & Gardoni, P. (2023). Empirical seismic vulnerability models for building clusters considering hybrid intensity measures. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.job.2023.106130>
- Qiu, & Y. (2021). Estudio Isotermico para Concreto en Edificios. *Concreto y Diseño*, 7(2), 152. <https://doi.org/10.1000/182>
- Samaniego, Í., & Sánchez, G. (2020). *Vulnerabilidad sísmica empleando el análisis dinámico no lineal incremental de una vivienda multifamiliar Ate-Lima 2020*. Universidad Cesar Vallejo, Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57396>
- Sharad Manohar, & Suhasini Madhekar. (2015). *Seismic Design of RC Buildings*. https://sazesaz.com/wp-content/uploads/2019/11/Springer-Transactions-in-Civil-and-Environmental-Engineering-Sharad-Manohar-Suhasini-Madhekar-auth.-Seismic-Design-of-RC-Buildings_-Theory-and-Practice-2015-Springer-India.pdf
- Sharad, M., & Suhasini, M. (2015). *Seismic Design of RC Buildings*. https://sazesaz.com/wp-content/uploads/2019/11/Springer-Transactions-in-Civil-and-Environmental-Engineering-Sharad-Manohar-Suhasini-Madhekar-auth.-Seismic-Design-of-RC-Buildings_-Theory-and-Practice-2015-Springer-India.pdf
- Stefanini, L., & Badini, L. (2022). Redes neuronales para la evaluación sísmica rápida de edificios RC de estructura momento existentes. *Revista Internacional de Reducción del Riesgo de Desastres*, 67, e102677. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102677>
- SULCA-HUAMAN, J., & DELGADILLO, R. M. (2022). Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones mediante funciones de vulnerabilidad en la ciudad de Ayacucho - Perú. *SCielo*. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2309-04132022000200021&script=sci_abstract
- Tocchi, G., Misra, S., Padgett, J., & Polese, M. (2023). The use of machine-learning methods for post-earthquake building usability assessment: A predictive model for seismic-risk impact analyses. *nternational Journal of*

Disaster Risk Reduction, 97, e104033.
<https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420923005137>

Valente, M. (2021). Evaluación de vulnerabilidad sísmica y respuesta a terremotos de esbeltos campanarios históricos de mampostería en el sudeste de Lombardía. *ScienceDirect*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105656>

Viera Arroba, L., Quizanga Martínez, D., & Andino Carranco, J. (2020). *diseño estructural, vulnerabilidad estructural, análisis estático no lineal, riesgo sísmico*.
<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/2186>

Xicará , M., Peralta , M., & Villarreal , G. (2022). OPTIMIZACIÓN DE VIGAS DE ACOUPLE EN SISTEMAS E4 DE CONCRETO ARMADO SEGÚN AGIES NSE 2018 Y ACI 318-19, PARA LA REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, MEDIANTE UN ANÁLISIS DINÁMICO NO LINEAL. *Revista Internacional de Ingeniería en Estructuras*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24133/riie.v27i1.2810>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Operacionalización de Variables

TÍTULO: RELACIÓN DE LA ARTICULACIÓN DE LOS MÉTODOS DE REGRESIÓN NO LINEAL-PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CHIMBOTE 2023

VARIABLES		Definición conceptual	Definición operacional	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
INDEPENDIENTE	METODOS DE REGRESION NO LINEAL y METODOS DE PREDICCION DE RIESGO PROBADO	Regresión no lineal es un método para encontrar un modelo no lineal para la relación entre la variable dependiente y un conjunto de variables independientes. A diferencia de la regresión lineal tradicional, que está restringida a la estimación de modelos lineales, la regresión no lineal puede estimar modelos con relaciones arbitrarias entre las variables independientes y las dependientes, (IBM, 2022).	Muchos modelos que en un principio parecen ser no lineales pueden ser transformados en un modelo lineal, el cual pueda ser analizado usando el procedimiento Regresión lineal. Si no está seguro de cuál es el modelo adecuado, el procedimiento Estimación curvilínea puede ayudarle a identificar relaciones funcionales útiles que estén presentes en los datos. (IBM, 2022).	No linealidad geométrica	Control de esfuerzo	Ordinal 1.- ligero 2.- Moderado 3.- Extensivo 4.- Completo
				No linealidad del material		
				Daño físico	Desempeño	
				Daño probado		
DEPENDIENTE	VULNERABILIDAD SIMICA	La vulnerabilidad sísmica es una medida que permite clasificar las estructuras de acuerdo con sus características y calidad estructural, dentro de un rango de nada vulnerable a muy vulnerable, ante la acción de un sismo. De otra parte, una de los aspectos más importantes de los estudios de riesgo sísmico a nivel urbano es que la metodología de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones tiene que ser de alguna manera simple, para que se pueda aplicar a grandes áreas como centros urbanos donde la cantidad de sus edificaciones es grande y la variedad de sus propiedades es considerable, (Maldonado Rondón y Chio Cho, 2019).	Las funciones de vulnerabilidad se construyen a partir de datos de daño observado o son artificialmente. Una de sus principales variantes la constituyen las funciones de vulnerabilidad que relacionan un índice de vulnerabilidad con un índice de daño, condicionado por un parámetro que describe el movimiento del terreno, (Maldonado Rondón y Chio Cho, 2019).	Curvas de Capacidad	Control de desplazamiento	Ordinal: 1.- Ocupacion Inmediata 2.- Control de Daños 3.- Seguridad de Vida 4.- Estabilidad Estructural
				Curvas de fragilidad	Evaluación de Daños Sísmicos	

Anexo 02: Matriz De Consistencia

TÍTULO: RELACIÓN DE LA ARTICULACIÓN DE LOS MÉTODOS DE REGRESIÓN NO LINEAL-PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CHIMBOTE 2023.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
¿De qué manera se relaciona la Articulación de los métodos de regresión no lineal - predicción de riesgo probado y la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San pedro, Chimbote, 2023?	Demostrar que la Articulación de los métodos de regresión no lineal - predicción de riesgo probado se relaciona con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San pedro Chimbote, 2023	Existe relación entre la articulación de los métodos de regresión no lineal - predicción de riesgo probado y la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de las AAHH San pedro, Chimbote, 2023.	INDEPENDIENTE	METODOS DE REGRESION NO LINEAL	No linealidad geométrica	Control de esfuerzo	Ficha de recolección de datos	-Diseño: No experimental
					No linealidad del material		ETABS 17.0	- Tipo: Aplicado
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS		METODOS DE PREDICION DE RIESGO PROBADO	Daño físico	Desempeño	Mediciones	- Nivel: Descriptivo
¿De qué manera se articula la no linealidad del material y daño físico con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San pedro, Chimbote, 2023?	Demostrar que el uso de la articulación de la no linealidad del material con el daño físico y su relación con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San pedro, Chimbote, 2023.	La no linealidad del material y daño físico si se relaciona con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San pedro, Chimbote, 2023.						
b)¿De qué manera se articula la no linealidad geométrica y el daño probado con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San pedro, Chimbote, 2023?	Demostrar que el uso de la articulación de la no linealidad del material con el daño físico y su relación con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San pedro, Chimbote, 2023.	La no linealidad geométrica y daño probado si se relaciona con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San pedro Chimbote, 2023.			Daño probado		ETABS 17.0	-Enfoque: Cuantitativo
¿De qué manera se relaciona las curvas de fragilidad y la vulnerabilidad sísmica del AAHH San pedro, Chimbote, 2023?	Determinar la relación de las curvas de fragilidad y la vulnerabilidad sísmica del AAHH San pedro, Chimbote, 2023.	Las curvas de fragilidad si se relaciona con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San pedro, Chimbote, 2023.		DEPENDIENTE	VULNERABILIDAD SIMICA	curvas de capacidad	Control de desplazamiento	Analisis de documentos
			curvas de fragilidad			Evaluación de Daños Sísmicos	Planilla de Excel y ETABS 17.0	

Anexo 03: Matriz De Correspondencia

CONSISTENCIA ENTRE COMPONENTES DE AL TESIS				
Título: RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL-PREDICION DE RIESGO PROBADO Y VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AAHH SAN PEDRO, CHIMBOTE, 2023				
Autor:				
REALIDAD PROBLEMÁTICA	Problema	Objetivos	Hipótesis	DESARROLLO DE OBJETIVOS
Los métodos de regresión no lineal y los métodos de predicción de riesgo probado influyen de manera significativa en el análisis de la vulnerabilidad sísmica. Su falta de integración adecuada puede resultar en una subestimación de la vulnerabilidad, lo que aumenta el riesgo de daños estructurales y pone en peligro la seguridad de las viviendas en el AAHH San Pedro, Chimbote, 2023, durante eventos sísmicos.	Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	
	¿De que manera se relaciona la ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL Y METODOS DE PREDICION DE RIESGO PROBADO en el ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA ?	Demostrar que la ARTICULACION de los METODOS DE REGRESION NO LINEAL y METODOS DE PREDICION DE RIESGO PROBADO se relaciona con la VULNERABILIDAD SISMICA	EXISTE RELACION ENTRE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL Y METODOS DE PREDICION DE RIESGO PROBADO Y VULNERABILIDAD SISMICA	RESPECTO A LOS efectos que tienen METODOS DE REGRESION NO LINEAL y METODOS DE PREDICION DE RIESGO PROBADO en ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA 2
	Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	
El problema radica en la falta de integración efectiva del método de no linealidad geométrica en el diseño de viviendas del AAHH San Pedro, Chimbote, en 2023. Esta carencia conlleva a una deficiente resistencia estructural de las viviendas frente a eventos sísmicos, generando una elevada vulnerabilidad sísmica que aumenta significativamente el riesgo de daños y pone en peligro la seguridad de los	¿De qué manera se articula la no linealidad del material y daño físico con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023?	Demostrar que el uso de la articulación de la no linealidad del material con el daño físico y su relación con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023.	La no linealidad del material y daño físico si se relaciona con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023.	Analisis mediante Guías y Normas ((FEMA 356), 2000) y (ATC-40, 2015)
La falta de integración entre la no linealidad del material y el método de daño físico en el diseño de viviendas en el AAHH San Pedro, Chimbote, 2023, provoca una evaluación insuficiente de la vulnerabilidad sísmica, lo que aumenta el riesgo de daños y pone en peligro la seguridad de los residentes en situaciones de terremotos.	¿De qué manera se articula la no linealidad geométrica y el daño probado con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023?	Demostrar que el uso de la articulación de la no linealidad del material con el daño físico y su relación con la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023.	La no linealidad geométrica y daño probado si se relaciona con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro Chimbote, 2023.	Analisis mediante Guías y Normas ((FEMA 356), 2000), (ATC-40, 2015) y (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016)
La falta de integración entre la no linealidad geométrica y daño probado en el diseño de viviendas del AA.HH San Pedro, Chimbote, 2023, provoca una evaluación insuficiente de la vulnerabilidad sísmica, lo que aumenta el riesgo de pérdidas y daño poniendo en riesgo la seguridad de los residentes.	¿De qué manera se relaciona las curvas de fragilidad y la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023?	Determinar la relación de las curvas de fragilidad y la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023.	Las curvas de fragilidad si se relaciona con la vulnerabilidad sísmica del AAHH San Pedro, Chimbote, 2023.	Analisis mediante Guías y Normas ((FEMA 356), 2000), (ATC-40, 2015) (LA NORMA TÉCNICA E.030, 2016)

**FICHA DE
RECOLECCIÓN DE
DATOS**

Variable: Vulnerabilidad sísmica

Instrumento de evaluación, para referir el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AA.HH. San Pedro – Chimbote, por medio de la observación de resultados de Análisis No Lineal.

Tipo de edificación:

1.- INFES POST RM- 355 - 2001	2.- INFES POST RM- 355 - 2014	3.- INFES POST RM- 355 - 2018
- Pórticos en x - Pórticos en Y	- Pórticos en X (col. T Y L) - Albañilería en Y	- Pórticos en X (col. T Y L) - Albañilería en Y

Designación:

Escala	Elementos de concreto armado	Muros de albañilería confinada
1. Ligero	- Comportamiento mayor elástico, finos, agrietamientos por corte y flexión. - Deriva <1.0 %	- Comportamiento elástico, inicio de etapa plástica, agrietamientos menores de 1 mm. - Deriva ≤ 0.32 %
2. Moderado	- Agrietamiento superficial controlado por corte y flexión, se identifican zonas potenciales de plastificación. - $1.0\% \leq$ Deriva < 2.0%	- Aumento de agrietamiento de 1mm a 5mm, se producen fisuras diagonales a la mitad del muro. - $0.32\% <$ Deriva $\leq 0.54\%$
3. Extensivo	- Inicio de formación de rotulas en la parte inferior de elementos verticales y en unión de vigas, rotura de concreto de revestimiento por flexión y aplastamiento, soldadura en acero de refuerzo. - $2.0\% \leq$ Deriva < 3.5%	- Inicia degradación de resistencia y rigidez, se observan grietas diagonales de 5 mm a 10 mm en los ápices superiores de muros. - $0.54\% <$ Deriva $\leq 0.7\%$
4. Completo	- Daño completo, falla por comprensión en elementos verticales y uniones con elementos horizontales, se produce inestabilidad en la estructura. - Deriva $\geq 3.5\%$	- Degeneración final de la resistencia, el muro se encuentra cerca del colapso. - Deriva > 0.7%

Instrucciones:

- Con los resultados de la evaluación estructural se reconocen indicadores de comportamiento con respecto a las dimensiones propuestas.
- Marcar con un aspa el casillero que interprete la mejor respuesta.

Variable: vulnerabilidad sísmica	Ligero	Moderado	Extensivo	Completo
Dimensión: Curvas de capacidad				
1. Por los límites de esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos verticales en la dirección longitudinal corresponde al nivel:				
2. Por los límites de esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos horizontales en dirección longitudinal corresponde al nivel:				
3. Por los límites de esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos verticales en la dirección transversal corresponde al nivel:				
4. Por los límites esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos horizontales en la dirección transversal corresponde nivel de:				
Dimensión: curvas de fragilidad				
1. Por los límites de esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos verticales en la dirección longitudinal corresponde al nivel:				
2. Por los límites de esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos horizontales en dirección longitudinal corresponde al nivel:				
3. Por los límites de esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos verticales en la dirección transversal corresponde al nivel:				
4. Por los límites esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos horizontales en la dirección transversal corresponde nivel de:				

Para la variable: Método de regresión no lineal

Documento normativo ATC-40 y Norma E.030 (adaptado)

Instrumento de evaluación, para identificar características de respuesta no lineal de estructuras por medio de la observación de sus resultados obtenidos.

Tipo de edificación:

1.- INFES POST RM- 355 -2001	2.- INFES POST RM- 355 - 2014	3.- INFES POST RM- 355 - 2018
- Pórticos en x - Pórticos en Y	- Pórticos en X (col. T Y L) - Albañilería en Y	- Pórticos en X (col. T Y L) - Albañilería en Y

Escala	Elementos de concreto armado	Muros de albañilería confinada
1. Ocupación inmediata (OI)	- Agrietamiento por flexión o cortante del concreto en algunas vigas y columnas $F'c > 50\% F'c$.	- Agrietamiento diagonal en vértices del marco del muro.
2. Control de daños (DC)	- La mayoría de vigas y columnas presentan fisuras. En pórticos luz y dúctiles los elementos alcanzan el límite de resistencia del concreto no confinado el acero longitudinal alcanza sus valores de fluencia $F_s > F'y$.	- Superficie de muros exhiben grietas diagonales horizontales se puede presentar aplastamiento de ladrillos en conexiones de Viga – columna.
3. Seguridad de la vida (LS)	- Algunos elementos del pórtico han alcanzado a la deformación última del concreto, plasticidad en uniones Viga columna algunos elementos muestran pandeo en refuerzo principal en columnas.	- mayoría de muros presentan grandes grietas con un experimento de ladrillos punzonamiento en muros deformaciones laterales apreciables.
4. Estabilidad estructural (SS)	-Colapso estructural mayoría de columna Se aprecia pandeo del acero de refuerzo. Más del 13% del área total de la edificación presentan años completos	- Falla total de los muros derrumbe por punzonamiento deformación más del 15% del área total de la edificación presentan años completos

Instrucciones:

Los resultados de la evaluación estructural se identifica indicadores de comportamiento las dimensiones propuestas

Marcar con un aspa el casillero que represente las mejores respuestas.

Variable: Método de regresión no lineal	1. Ocupación inmediata (OI)	2. Control de daños (DC)	3. Seguridad de la vida (LS)	4. Estabilidad estructural (SS)
Dimensión: No linealidad no geométrica				
1. Por los límites de esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos verticales en la dirección longitudinal corresponde al nivel:				
2. Por los límites de esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos horizontales en dirección longitudinal corresponde al nivel:				
3. Por los límites de esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos verticales en la dirección transversal corresponde al nivel:				
4. Por los límites esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos horizontales en la dirección transversal corresponde nivel de:				
Dimensión: No linealidad del material				
1. Por los límites de esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos verticales en la dirección longitudinal corresponde al nivel:				
2. Por los límites de esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos horizontales en dirección longitudinal corresponde al nivel:				
3. Por los límites de esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos verticales en la dirección transversal corresponde al nivel:				
4. Por los límites esfuerzos desarrollados la respuesta de los elementos horizontales en la dirección transversal corresponde nivel de:				

Variable: Predicción de riesgo probado	1. Ocupación inmediata (OI)	2. Control de daños (DC)	3. Seguridad de la vida (LS)	4. Estabilidad estructural (SS)
Dimensión: Daño directo				
1. En la dirección principal los valores de desplazamiento derivan indican daño directo				
2. En la dirección transversal los valores de desplazamiento derivan indican daño directo				
3. En la dirección principal los valores de rotación plástica indita indican daño directo				
4. En la dirección transversal los dedos valores de rotación plástica indican daño directo				
Dimensión: Daño probable				
5. En la dirección principal los valores de fragilidad indican daño probable				
6. En la dirección transversal los valores de fragilidad indican daño probable				

CARTA DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: ING. MARCO ANTONIO VASQUEZ SANCHEZ

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Por medio del presente nos dirigimos a usted para expresarle nuestros saludos y así mismo hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes del Taller de Elaboración de Tesis, de la EP de Ingeniería Civil, requerimos validar los instrumentos con los cuales debemos recoger la información necesaria para poder desarrollar la investigación y posteriormente optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El título o nombre del Informe de investigación es: "RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL-PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SIMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AAHH SAN PEDRO, CHIMBOTE, 2023." y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos, recorro y apelo a su connotada experiencia a efecto que se sirva aprobar el instrumento aludido.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables, dimensiones e indicadores.
- Matriz de Operacionalización.
- Matriz de consistencia.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Cuestionario de encuesta.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Marco Antonio Vázquez Sánchez
INGENIERO CONSULTOR
C.A.P. 93288

Vásquez Sánchez Marco Antonio
APELLIDOS Y NOMBRES

DNI: 32842663



José Luis Lara Cuzco
APELLIDOS Y NOMBRES

DNI: 70153960



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Ing. *Marco Antonio Vásquez Sánchez*
- I.2. Especialidad del Validador: *Especialista en Estructuras*
- I.3. Cargo e Institución donde labora: *Gerente de Sitio en CONSORCIO BESCO-BESALTO*
- I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Encuesta
- I.5. Autores del instrumento: Br.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					100
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica					90
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación					100
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de las variables					100
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.					100
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.					90
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación					100
CONSISTENCIA	Considera que los items utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigando.					95
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento					100
METODOLOGÍA	Considera que los items miden lo que pretende medir.					100
PROMEDIO DE VALORACIÓN						100

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

Se recomienda realizar ensayos de estudio de suelos y ecclerometría para complementar

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

100

Chimbote, 30 de Agosto de 2023



Marco Antonio Vásquez Sánchez
INGENIERO CONSULTOR
C.I.P. 63268

Firma de experto informante

DNI: 32892663

Teléfono: 931816102



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: ING. RAMON DE JESUS SAMILLAN FARRO

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Por medio del presente nos dirigimos a usted para expresarle nuestros saludos y así mismo hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes del Taller de Elaboración de Tesis, de la EP de Ingeniería Civil, requerimos validar los instrumentos con los cuales debemos recoger la información necesaria para poder desarrollar la investigación y posteriormente optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El título o nombre del Informe de investigación es: "RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL-PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SIMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AAHH SAN PEDRO, CHIMBOTE, 2023." y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos, recurro y apelo a su connotada experiencia a efecto que se sirva aprobar el instrumento aludido.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables, dimensiones e indicadores.
- Matriz de Operacionalización.
- Matriz de consistencia.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Cuestionario de encuesta.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,

Ramon De Jesus Samillan Farro
INGENIERO CIVIL
CIP. 74056

SAMILLAN FARRO Ramon de Jesús
APELLIDOS Y NOMBRES

DNI: 16651102

Josellin Jara Cerado
APELLIDOS Y NOMBRES

DNI: 70153960



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- I.1. Apellidos y nombres del informante: Ing. *Samillán Farro Ramón de Jesús*
- I.2. Especialidad del Validador: *Magister en Estructuras*
- I.3. Cargo e Institución donde labora:
- I.4. Nombre del Instrumento motivo de la evaluación: Encuesta
- I.5. Autores del instrumento: Br.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN E INFORME:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				80	
OBJETIVIDAD	Esta expresado de manera coherente y lógica					90
PERTINENCIA	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación					100
ACTUALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos y estrategias de las variables					100
ORGANIZACIÓN	Comprende los aspectos en calidad y claridad.					100
SUFICIENCIA	Tiene coherencia entre indicadores y las dimensiones.					98
INTENCIONALIDAD	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación					90
CONSISTENCIA	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigando.					95
COHERENCIA	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento					100
METODOLOGÍA	Considera que los ítems miden lo que pretende medir.					100
PROMEDIO DE VALORACIÓN						95.3

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

Ordenar en forma coherente los cuadros en base a las proporciones de las tablas (Porcentajes en categorías).

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95.3

Chimbote, 30 de Agosto de 2023

Samillán
 Ramón De Jesús Samillán S.C.
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 74056

Firma de experto informante

DNI: 16651102

Teléfono: 968 33 2833

**CARTA SOLICITANDO PERMISO A LA
DELEGADA DEL AA. HH SAN PEDRO
– CHIMNBOTE PARA HACER LA
ENCUESTA**

Recibido



“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

Chimbote, 03 de setiembre de 2023

CARTA N.º 1-2023/UCV-CHIMBOTE/DG

Señor

Delegada del AA.HH SAN PEDRO. Herlinda bonifacio de la cruz

Con N° DNI: 32858153

AA. HH San Pedro

Jr. Monterrey Mz. M1 Lote. 17 Chimbote. -

Asunto: Autorizar la toma de encuestas para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Civil

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Chimbote y en el mío propio, deseándole la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que la Bach. Josellin Caroley Myshell Jara Cruzado del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, pueda ejecutar su investigación titulada: “RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL-PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SIMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AAHH SAN PEDRO, CHIMBOTE, 2023.”, en la zona del AA.HH San Pedro, la cual pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,



32858153

HERLINDA BONIFACIO

**PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO
INFORMADO PARA ENCUESTA (CARTA
ÉTICA)**

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTA

El propósito de este protocolo es informarle sobre el proyecto de investigación y solicitarle su consentimiento para realizar una encuesta acerca de las características estructurales de su vivienda.

La presente investigación se titula "Relación de la articulación de los métodos de Regresión No lineal – Predicción de Riesgo Probado y la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AA.HH. San Pedro, Chimbote, 2023". Este proyecto es dirigido por Josellin Caroley Myshell Jara Cruzado con Bachiller en la carrera de Ingeniería Civil. El propósito de la investigación es determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica mediante la relación de la articulación de los métodos Regresión No lineal – Predicción de Riesgo Probado; así mismo se analizará las características físicas de la vivienda en base a reglamentos y normas de las cuales se elaboraron unos ítems adaptados a esto en donde se medirá de forma categórica con un fin de que esta información ayude a modular los tipos de métodos ya mencionados en el programa de ETABS y poder determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica, pudiendo de esta forma recomendar ciertas aportaciones para prever y evitar cualquier tipo de infortunio a futuro.

Para ello se solicita participar en una encuesta que le tomará unos 10 minutos de su tiempo, su participación en la investigación es completamente voluntaria y usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio. Asimismo, se considera que su participación en este estudio será de gran utilidad, pues ayudará a poder tener una data actualizada de la realidad de las viviendas construidas en el AA. HH las cuales me permitirán identificar el nivel de vulnerabilidad sísmica que perciben estas, esta información no afectaría la integridad de usted. Si tuviera alguna consulta sobre la investigación, puede formularla cuanto lo estime conveniente.

Su identidad será tratada de manera reservada. Asimismo, su información será analizada de manera conjunta con la respuesta de sus vecinos y servirá para la elaboración de la tesis de investigación titulada "Relación de la articulación de los métodos de Regresión No lineal – Predicción de Riesgo Probado y la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del AA.HH. San Pedro, Chimbote, 2023". Además, esta será conservada por un plazo de 5 meses contados desde la publicación de los resultados, en la computadora personal del investigador responsable protegida con contraseña, a la cual podrá también acceder. Todos los datos proporcionados en la presente encuesta estarán protegidos bajo la ley 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

Por lo tanto se procederá con la recolección de datos del señor/a con nombres.....
..... domiciliado en la vivienda
.....Al concluir la investigación en el correo electrónico o medio de contacto que le solicitaremos, le enviaremos un resumen del proyecto de investigación y/articulados anexados en este; solo será enviado al correo que nos proporcione
.....para que le permita conocer los resultados del estudio realizado.
Asimismo, para consultas sobre aspectos de la ética de la investigación, puede comunicarse con el comité de Ética de la investigación de la Universidad u al correo del investigador.

FACTURA DE LABORATORIO

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
JR. TANGAY P.J. 3 DE OCTUBRE MZA. B LOTE. 7 CERCA A OVALO LAS
AMERICAS
NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

FACTURA ELECTRONICA
RUC: 20604190640
E001-200

Fecha de Emisión : 02/10/2023 Forma de pago: Contado
Señor(es) : JARA CRUZADO JOSELLIN
CAROLEY MYSHELL
RUC : 10701539601
Establecimiento del Emisor : JR. TANGAY - P.J. 3 DE OCTUBRE
MZA. B LOTE. 7 CERCA A OVALO
LAS AMERICAS ANCASH-SANTA-
NUEVO CHIMBOTE
Tipo de Moneda : SOLES
Observación :

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER
1.00	UNIDAD	POR ESTUDIO DE SUELOS PARA TESIS RELACIÓN DE LA ARTICULACIÓN DE LOS MÉTODOS DE REGRESIÓN NO LINEAL-PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE	1271.224	0.00

Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : S/ 0.00

SON: SETECIENTOS Y 00/100 SOLES

Sub Total Ventas :	S/ 1271.22
Anticipos :	S/ 0.00
Descuentos :	S/ 0.00
Valor Venta :	S/ 1271.22
ISC :	S/ 0.00
IGV :	S/ 228.78
ICBPER :	S/ 0.00
Otros Cargos :	S/ 0.00
Otros Tributos :	S/ 0.00
Monto de redondeo :	S/ 0.00
Importe Total :	S/ 1500.00

Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
DE INSTRUMENTO DE
LABORATORIO**



Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LFP-087-2023

Página 1 de 4

Fecha de emisión : 2023/06/17

Solicitante : GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Dirección : JR. YANSAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NULVO CHIMBOTE

Instrumento de medición : TRIAXIAL CON ANILLO DE CARGA

Identificación : NO INDICA

Marca Prensa : ZHEJIANG

Modelo : NO INDICA

Serie : TX2317

Anillo de Carga : ZHEJIANG

Capacidad : 10 Kn

Modelo : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Procedencia : CHINA

Ubicación : Laboratorio de suelos

Lugar de calibración : Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración : 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento tomó como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnic
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 5 t	INF-LE N° 039-23

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 24 °C	Final: 24 °C
Humedad Relativa	Inicial: 69 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACIÓN DE ANILLO DE CARGA

DIAL INDICADOR DIVISIONES	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kg)			SERIE PROMEDIO kg	ERROR REPETIBILIDAD %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	SERIE (3) kg		
20.0	127.61	127.54	127.50	127.6	0.04
40.0	256.38	256.91	255.46	256.3	0.29
60.0	382.31	382.06	381.16	381.8	0.16
80.0	510.36	510.87	509.91	510.4	0.09
100.0	632.84	633.88	632.79	633.2	0.10
120.0	758.49	758.86	759.66	759.0	0.08
140.0	885.30	884.60	885.10	885.0	0.04
160.0	1007.12	1006.35	1006.45	1006.6	0.04

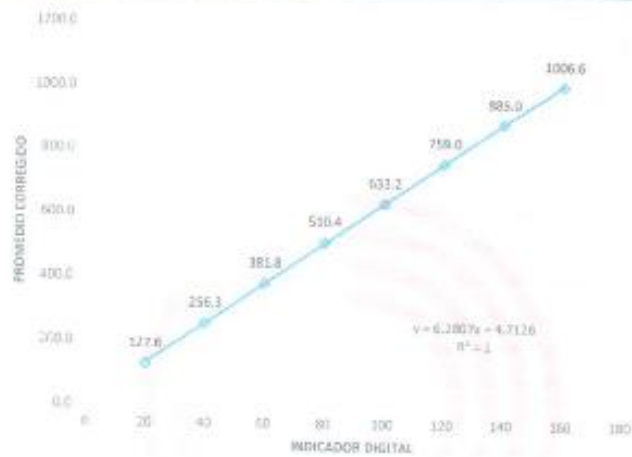
NOTAS SOBRE CALIBRACION

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = (|A-B| / B) * 100$ $Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRÁFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 6,2807x + 4,7126$

Coefficiente Correlación: $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Wv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

GRAFICO N° 02

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	67	74	80	86	93	99	105	111	118	124
20	130	136	143	149	155	162	168	174	180	187
30	193	199	206	212	218	224	231	237	243	249
40	256	262	268	275	281	287	293	300	306	312
50	319	325	331	337	344	350	356	363	369	375
60	381	388	394	400	406	413	419	425	432	438
70	444	450	457	463	469	476	482	488	494	501
80	507	513	519	526	532	538	545	551	557	563
90	570	576	582	589	595	601	607	614	620	626
100	632	639	645	651	658	664	670	676	683	689
110	695	702	708	714	720	727	733	739	746	752
120	758	764	771	777	783	789	796	802	808	815
130	821	827	833	840	846	852	859	865	871	877
140	884	890	896	902	909	915	921	928	934	940
150	946	953	959	965	972	978	984	990	997	1003
160	1009	1015	1022	1028	1034	1041	1047	1053	1059	1066

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.

Fin de documento



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LPV-084-2023

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2023/06/17
Solicitante	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
Dirección	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A DVALD LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Instrumento de medición	EXTRACTOR CENTRÍFUGA DE ASFALTO
Identificación	NO INDICA
Marca	SHERMAN
Modelo	NO INDICA
Serie	230821
Capacidad	1500 g
Alcance de Indicación	50 hz
División de escala	0,01 hz
Procedencia	PERÚ
Ubicación	Laboratorio de asfalto
Lugar de calibración	AV. INDEPENDENCIA. CUADRA 23 NRO. 5/N OTR. SALIDA CUSCO PUNO - SAN ROMÁN - JULIACA
Fecha de calibración	2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación directa con patrones calibrados que tiene trazabilidad al SI y tomando como referencia las lecturas del sistema de calibración y la velocidad del extractor centrífugo, según norma MTC E 502 - Extracción Cuantitativa de Asfalto en Mezcla para Pavimentos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declaradas en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 03, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 907-1660 / Cel: +51 928 196 393 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicé
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INSTITUTO PERUANO DE METROLOGÍA E INNOVACIÓN	Tacómetro	CC-LPV-0023-23

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 24 °C	Final: 24 °C
Humedad Relativa	Inicial: 69 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO A CALIBRAR (%)	VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO (rpm)	INCERTIDUMBRE (rpm)
100	2981	0.21



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre se ajusta al certificado anterior del equipo + el error de incertidumbre del tacómetro.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

Fin de documento



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 μ m	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental: Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa: Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS						PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR	
μ m						μ m	μ m	μ m	μ m	
25.06	25.06	25.12	25.36	24.75	24.81	25.11	25.03	25.00	0.03	0.286
25.02	25.13	24.81	24.75	24.73	24.71	25.06				
25.21	25.26	25.34	25.46	24.38	25.46					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-798-2023

Página 1 de 2

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2023/06/17

Solicitante **GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Dirección JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE
(CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH -
SANTA - NUEVO CHIMBOTE

Instrumento de medición **TAMIZ 3/4"**

Identificación NO INDICA

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 0121N21

Diámetro B"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

Ubicación LABORATORIO DE SUELOS

Lugar de calibración Instalaciones del cliente

Fecha de calibración 2023/06/17

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Hugo Luis Arévalo
ING. Hugo Luis Arévalo Cármona
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LLA-798-2023

Página 2 de 2

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 23 °C
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS							PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR
mm										
19.06	19.11	18.84	19.21	18.76	18.77	19.06	18.97	19.00	-0.03	0.171
19.17	18.96	18.87	18.77	18.69	18.93	19.02				
19.23	18.85	19.12	19.08	19.11	18.74					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
DSI PERU AUTOMATION EIRL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0048-2022
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 μ m	LLA - 438 - 2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24 °C Final: 24 °C
Humedad Relativa Inicial: 70 %hr Final: 70 %hr

Resultados

MEDIDAS TOMADAS						PROMEDIO	ESTANDAR	ERROR	DESVIACION ESTANDAR	
μ m										μ m
12.58	12.43	12.45	12.44	12.52	12.54	12.40	12.48	12.50	-0.02	0.072
12.56	12.44	12.39	12.42	12.57	12.53	12.49				
12.48	12.57	12.34	12.41	12.56	12.42					

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

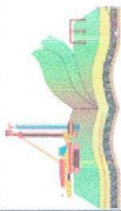


ARSOU GROUP
Ing. Hugo Luis Arevalo Carmona
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

**RESULTADOS DE LABORATORIO DE
ESTUDIO DE SUELOS**



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

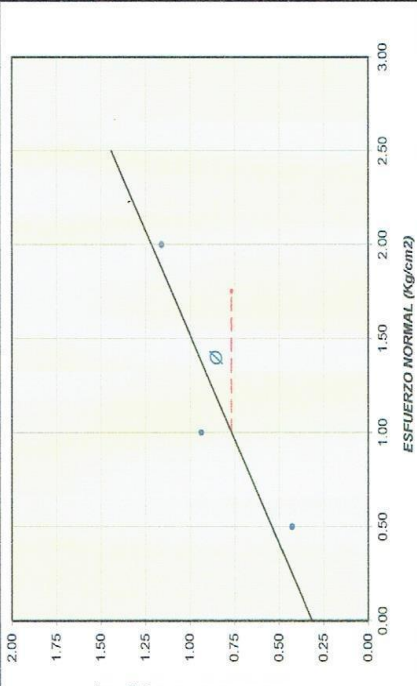
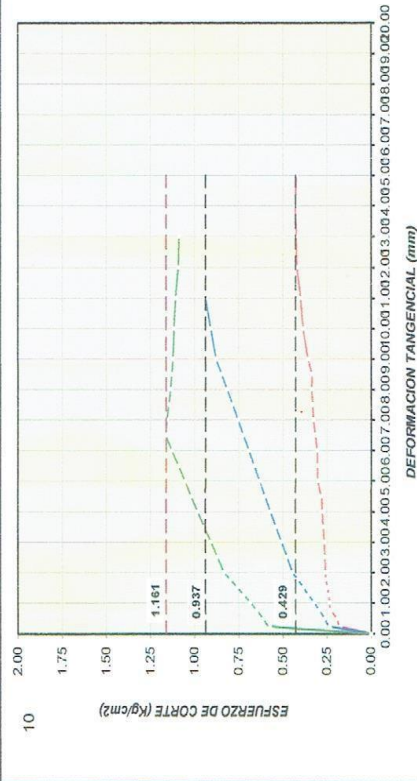
Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640

Teléfono: 95487150-945417124 e-mail: Wlze822@hotmail.com

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080

TESIS	RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL - PREDICION DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023		
TESISTA	JARA CRUZADO, JOSELLIN CAROLEY MYSHELL		
UBICACION	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH		
MUESTRA	TERRENO NATURAL	PROF. (m):	2.00
PROCEDENCIA	C-02	TECNICO	FECHA : Octubre-2023
CLASIF. SUCS:	SP	LL:	--
		I.P.:	% MENOR QUE MALLA N° 200:

MUESTRA N°	AREA (cm²)	CONT. HUM. (%)	DENS. SECA (t/cm³)	CARACTERISTICAS DE LOS ESPECIMENES	
				ESFUERZO TANGENCIAL	ESFUERZO NORMAL
01	20.26	12.36	1.623	0.429	0.5
02	20.26	12.14	1.629	0.937	1.0
03	20.26	12.51	1.685	1.161	2.0



OBSERVACIONES: MUESTRA ENSAYADA EN CONDICIONES CONSOLIDADA DRENADA TAMIZADO POR LA MALLA N° 4 (4.75mm)

RESULTADOS DE ENSAYOS		
COHESION (kg/cm²)	0.32	ANGULO DE FRICCION (°)
		24.2

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Jos. Wilkon J. Zelaya Santos
 CIP: 195373 - CONSULTOR C - 1977000

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150-945417124 e-mail: Wlze922@hotmail.com

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM D-3080**

TESI : RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL - PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023

TESISTA : JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MY SHELL

UBICACIÓN : DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

PROCEDENCIA : C-02

MUESTRA : TERRENO NATURAL PROF. (m) : 3.00 : Octubre-2023

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : REMOLDADA	CLASIFICACIÓN SUCS : SP
ÁREA DE LOS ESPECÍMENES : 20.26 cm ²	LÍMITE LÍQUIDO : --
VOLUMEN DE LOS ESPECÍMENES : 40.52 cm ³	ÍNDICE DE PLASTICIDAD : NP
	% MENOR QUE LA MALLA N° 200 : 0.0 %

N° DE MUESTRA :
CONTENIDO DE HUMEDAD : %
DENSIDAD HÚMEDA : g/cm³
DENSIDAD SECA : g/cm³
ESFUERZO NORMAL : kg/cm²

01		02		03	
12.4		12.1		12.5	
1.824		1.827		1.895	
1.623		1.629		1.686	
0.5		1.0		2.0	
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)
-	-	-	-	-	-
0.25	0.173	0.25	0.232	0.25	0.573
0.50	0.192	0.50	0.263	0.50	0.610
0.75	0.227	0.75	0.293	0.75	0.647
1.00	0.237	1.00	0.324	1.00	0.684
1.25	0.238	1.25	0.355	1.25	0.721
1.50	0.247	1.50	0.385	1.50	0.758
1.75	0.257	1.75	0.416	1.75	0.795
2.00	0.259	2.00	0.447	2.00	0.832
2.25	0.262	2.25	0.477	2.25	0.870
2.50	0.267	2.50	0.508	2.50	0.907
2.75	0.271	2.75	0.539	2.75	0.944
3.00	0.276	3.00	0.569	3.00	0.981
3.25	0.281	3.25	0.600	3.25	1.018
3.50	0.301	3.50	0.631	3.50	1.055
3.75	0.304	3.75	0.661	3.75	1.092
4.00	0.306	4.00	0.692	4.00	1.129
4.25	0.316	4.25	0.723	4.25	1.161
4.50	0.326	4.50	0.753	4.50	1.156
4.75	0.331	4.75	0.784	4.75	1.146
5.00	0.336	5.00	0.815	5.00	1.137
5.25	0.336	5.25	0.845	5.25	1.130
5.50	0.355	5.50	0.876	5.50	1.123
5.75	0.385	5.75	0.907	5.75	1.116
6.00	0.400	6.00	0.937	6.00	1.108
6.25	0.420	6.25	0.968	6.25	1.093
6.50	0.424	6.50	0.899	6.50	1.088
6.75	0.429	6.75	0.894	6.75	1.073
7.00	0.424	7.00	0.889	7.00	1.062

Ángulo de Fricción

Ø = 24.2°

Cohesión

C = 0 kg/cm²

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson L. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

PROYECTO RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL - PREDICION DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023

UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

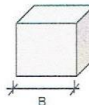
SOLICITA JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSELL

FECHA OCTUBRE DEL 2023

Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Cuadrada

Donde:

- qc = Capacidad ultima de carga
- qad = Capacidad admisible de carga
- Fc = Factor de seguridad
- γ = Peso especifico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- Df = Profundidad de Cimentacion en m.
- C = Cohesion
- φ = Angulo de friccion Interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$


$$q_c = 1.3c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0.4\gamma.B.N_\gamma$$

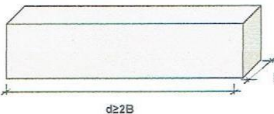
- Si:
- γ = 1.56 kg/cm³
 - φ = 24°
 - N_q = 10.2
 - N_c = 21.8
 - N_γ = 6.0
 - C = 0.00
 - F_c = 3.00

"B" ANCHO DE ZAPATA	"B" ANCHO DE ZAPATA								
	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	
"DF" PROF. de Cimentacion.	0.80	0.53	0.54	0.55	0.56	0.58	0.59	0.60	0.61
	1.00	0.63	0.64	0.66	0.67	0.68	0.69	0.71	0.72
1.20	0.74	0.75	0.76	0.78	0.79	0.80	0.81	0.83	
1.30	0.79	0.80	0.82	0.83	0.84	0.85	0.87	0.88	
1.50	0.90	0.91	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.99	

Capacidad Admisible de Carga por Limitacion de Esfuerzo Cortante para Zapata Rectangular (Cimientos Corridos)

Donde:

- qc = Capacidad ultima de carga
- qad = Capacidad admisible de carga
- Fc = Factor de seguridad
- γ = Peso especifico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- Df = Profundidad de Cimentacion en m.
- C = Cohesion
- φ = Angulo de friccion Interna

$$q_{ad} = \frac{q_c}{F_c}$$


$$q_c = c.N_c + \gamma.D_f.N_q + 0.5\gamma.B.N_\gamma$$

- Si:
- γ = 1.56 kg/cm³
 - φ = 24°
 - N_q = 10.2
 - N_c = 21.8
 - N_γ = 6.0
 - C = 0.00
 - F_c = 3.00

"B" ANCHO DE CIMIENTO	"B" ANCHO DE CIMIENTO								
	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	
"DF" PROF. de Cimentacion.	0.80	0.55	0.57	0.58	0.60	0.61	0.63	0.64	0.66
	1.00	0.66	0.67	0.69	0.70	0.72	0.73	0.75	0.77
1.20	0.76	0.78	0.79	0.81	0.83	0.84	0.86	0.87	
1.30	0.82	0.83	0.85	0.86	0.88	0.89	0.91	0.93	
1.50	0.92	0.94	0.95	0.97	0.99	1.00	1.02	1.03	

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Wilson J. Zelaya Santos
Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

CALCULO DEL ASENTAMIENTO DE CIMENTACIONES

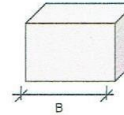
PROYECTO RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL - PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023
UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANÇASH
SOLICITA JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSHELL
FECHA OCTUBRE DEL 2023

CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS CUADRADAS

Donde:

- S = Asentamiento Total en cm.
- qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m²
- E = Modulo de elasticidad
- μ = Modulo de Poisson
- B = Ancho de Zapata en m.
- Iw = factor de Influencia
- df = Profundidad

$$S = \frac{qad \cdot B(1 - \mu^2)}{E} \cdot Iw$$



Si:

- μ = 0.30
- E = 1200 Ton/m²
- Iw = 112 cm/m
- Df = 1.8 m.

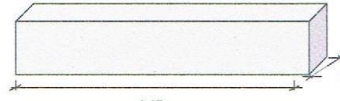
		"B" ANCHO DE ZAPATA								
S = Asentamiento		0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.	
qad		0.90	0.91	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.99	
Asentamiento		0.610 cm.	0.696 cm.	0.784 cm.	0.874 cm.	0.966 cm.	1.060 cm.	1.157 cm.	1.256 cm.	

CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS RECTANGULARES (Cimientos Corridos)

Donde:

- S = Asentamiento Total en cm.
- qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m²
- E = Modulo de elasticidad
- μ = Modulo de Poisson
- B = Ancho de Zapata en m.
- Iw = factor de Influencia
- df = Profundidad

$$S = \frac{qad \cdot B(1 - \mu^2)}{E} \cdot Iw$$



Si:

- μ = 0.30
- E = 1200 Ton/m²
- Iw = 112 cm/m
- Df = 1.8 m.

		"B" ANCHO DE ZAPATA								
S = Asentamiento		0.5 m.	0.6 m.	0.7 m.	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	
qad		0.92	0.94	0.95	0.97	0.99	1.00	1.02	1.03	
Asentamiento		0.392 cm.	0.478 cm.	0.567 cm.	0.659 cm.	0.753 cm.	0.850 cm.	0.950 cm.	1.052 cm.	

CONCLUSIONES

Del Análisis Tanto de Zapatas Cuadradas y Rectangulares no se Esperan Asentamiento, ya que es Inferior a lo Permisible 2.50 cm.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 C.R. 195373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL - PREDICCION DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023

UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

SOLICITA JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSHELL

FECHA OCTUBRE DEL 2023

CALICATA: 01 **PROFUNDIDAD:** 3.00 m. **N. FREATICO :** NP

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (gr./cc)	H.N.			
3.00	C A L I C A T A	M - 1				Arena mal gradada con de color beige oscuro, de grano medio a fino, con presencia de gravas aisladas de 1", sus finos son no plásticos Condición in situ semi suelto y ligeramente húmedo. gravas % 1.74 arenas% 95.31 finos% 2.94 Límite Líquido NP, Límite Plástico% NP, Índice de Plasticidad % N.P.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL - PREDICCION DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023

UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

SOLICITA JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSHELL

FECHA OCTUBRE DEL 2023

CALICATA: 02 **PROFUNDIDAD:** 3.00 m. **N. FREATICO :** NP

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (gr/cc)	H.N.			
3.00	C A L I C A T A	M - 1				Arena mal gradada con de color beige oscuro, de grano medio a fino, con presencia de gravas aisladas de 1", sus finos son no plásticos Condición in situ semi suelto y ligeramente húmedo. gravas % 96.67 arenas% 3.33 finos% NP Limite Liquido NP, Limite Plastico% NP, Indice de Plasticidad % N.P.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
D.P. 175373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604198640
Telefono: 954677350 - 954617124 e-mail: Wil2e82@hotmail.com

REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL - PREDICCION DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023

UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

SOLICITA JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSHELL

FECHA OCTUBRE DEL 2023

CALICATA: 03 **PROFUNDIDAD:** 3.00 m. **N. FREATICO:** NP

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			D.N (gr/cc)	H.N.			
0.20	C				●●●●●	Limo de color beige claro de grano fino, contaminado con material de relleno no seleccionado	-
2.80	A L I C A T A	M - 1			●●●●●	Arena mal gradada con de color beige oscuro, de grano medio a fino, con presencia de gravas aisladas de 1", sus finos son no plásticos Condición in situ semi suelto y ligeramente húmedo. gravas % 0.00 arenas% 95.78 finos% 4.22 Limite Liquido NP, Limite Plastico% NP, Indice de Plasticidad % N.P.	SP

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
R.P. 195193 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA



PROYECTO RELACIÓN DE LA ARTICULACIÓN DE LOS MÉTODOS DE REGRESIÓN NO LINEAL - PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

SOLICITA JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSHELL

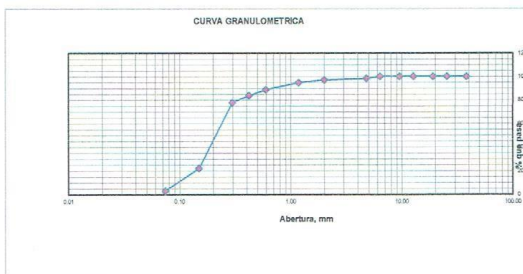
FECHA OCTUBRE DEL 2023

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 01 **MUESTRA** .01 Prof. = 300 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

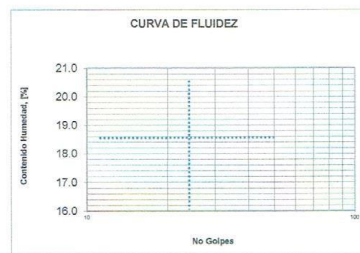
Peso Inicial Seco, [gr]	699.910	
Peso Lavado y Seco, [gr]	679.310	
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]
1 1/2"	38.100	0.000
1"	25.400	0.000
3/4"	19.000	0.000
1/2"	12.700	0.000
3/8"	9.510	0.000
1/4"	6.350	0.000
Nº 4	4.750	12.200
Nº 10	2.000	6.900
Nº 16	1.180	15.800
Nº 30	0.595	42.500
Nº 40	0.420	35.280
Nº 50	0.297	42.150
Nº 100	0.149	388.200
Nº 200	0.074	134.500
<Nº 200		20.800
		0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		NP	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		NP
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	23.80
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	119.80
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	115.50
4. Peso Agua, [gr]	4.30
5. Peso Suelo Seco, [gr]	91.70
6. Contenido de Humedad, [%]	4.69

Grava(%)	1.74
Arena (%)	95.31
Finos(%)	2.94
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plástico	NP
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A - 2 - 4 (0)
Contenido de Humedad	4.69
Peso específico	2.63
Índice de Grupo	0

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP: 195273 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

PROYECTO RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL - PREDICCION DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023

UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

SOLICITA JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSELL

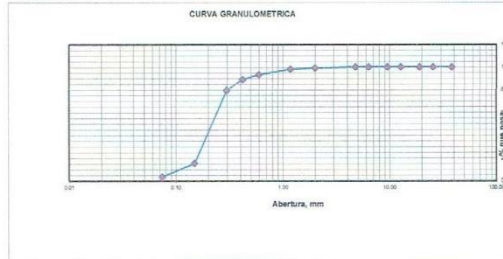
FECHA OCTUBRE DEL 2023

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 02 **MUESTRA** .01 Prof. = 300 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco [gr]		608.910	
Peso Lavado y Seco [gr]		588.910	
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.000	0.000	100.00
1/2"	12.700	0.000	100.00
3/8"	9.510	0.000	100.00
1/4"	6.350	0.000	100.00
Nº 4	4.760	0.000	100.00
Nº 10	2.000	5.250	99.14
Nº 16	1.180	5.700	98.20
Nº 30	0.595	30.050	93.27
Nº 40	0.420	26.740	88.88
Nº 50	0.297	56.940	79.52
Nº 100	0.149	390.300	15.43
Nº 200	0.074	73.630	3.33
< Nº 200		20.300	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo [gr]			NP
4. Peso Tara + Suelo Seco [gr]			
5. Peso Agua [gr]			
6. Peso Suelo Seco [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco [gr]		NP
4. Peso Agua [gr]		
5. Peso Suelo Seco [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara [gr]	25.28
2. Peso Tara + Suelo Húmedo [gr]	133.17
3. Peso Tara + Suelo Seco [gr]	129.90
4. Peso Agua [gr]	3.27
5. Peso Suelo Seco [gr]	104.62
6. Contenido de Humedad, [%]	3.13

Grava(%)	0.00
Arena (%)	96.67
Finos(%)	3.33
Limite Liquido	NP
Limite Plastico	NP
Indice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A - 2 - 4 (0)
Contenido de Humedad	3.13
Peso especifico	2.63
Indice de Grupo	0

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES EIRL
 LAB MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 C.O. 195372 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

PROYECTO RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL - PREDICCION DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SIMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023

UBICACION DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

SOLICITA JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSHELL

FECHA OCTUBRE DEL 2023

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA 03 **MUESTRA** .01 Prof. = 270 cm (estrato)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	715.400		
Peso Lavado y Seco, [gr]	885.200		
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [gr]	% pasa
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.000	0.000	100.00
1/2"	12.700	0.000	100.00
3/8"	9.510	0.000	100.00
1/4"	6.350	0.000	100.00
Nº 4	4.760	0.000	100.00
Nº 10	2.000	10.320	98.56
Nº 16	1.180	42.320	92.64
Nº 30	0.595	21.500	89.64
Nº 40	0.420	35.260	84.71
Nº 50	0.297	62.300	76.00
Nº 100	0.149	421.200	17.12
Nº 200	0.074	92.300	4.22
< Nº 200		30.200	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		NP	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			



B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NP	
4. Peso Agua, [gr]		
5. Peso Suelo Seco, [gr]		
6. Contenido de Humedad, [%]		

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	23.60
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	143.25
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	139.20
4. Peso Agua, [gr]	4.05
5. Peso Suelo Seco, [gr]	115.60
6. Contenido de Humedad, [%]	3.50

Grava(%)	0.00
Arena (%)	95.78
Finos(%)	4.22
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SLCS	SP
Clasif. AASHTO	A-2-4(0)
Contenido de Humedad	3.50
Peso específico	2.63
Índice de Grupo	0

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
 C.R. 145373 - CONSULTOR C - 127796
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

RESULTADO DE ENSAYOS DE ESCLEROMETRIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

*Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wilco922@hotmail.com*

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE ESCLEROMETRÍA NTP 339.181 (ASTM C 805)

PROYECTO RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS MÉTODOS DE REGRESION NO LINEAL - PREDICCIÓN DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023

UBICACIÓN DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH

SOLICITA JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSHELL

FECHA OCTUBRE DEL 2023 **N° DE SERIE: 537**

INFORME DE RESULTADO DE PRUEBAS DE REBOTE CON ESCLEROMETRO

LOCALIZACION: ENTRE JR MONTEVIDEO Y JR LOS ALAMOS MANZANA ZI LOTE 11

Elemento	N° Toma	N° de disparo	Indice de rebote	Promedio	E. Ensayo	Fc(N/mm2)	Fc (kg/cm2)	Valor que difiere de la mediana	Aceptacion del Ensayo
COLUMNA	1	1	18	21	Malla cuadrada de 16 cm x 16 cm y espacio interno de cuadrados de 1"	11.67	118.91	3.00	ACEPTADO
	2	1	21					0.00	
	3	1	23					-2.00	
	4	1	24					-3.00	
	5	1	21					0.00	
	6	1	25					-4.00	
	7	1	23					-2.00	
	8	1	22					-1.00	
	9	1	20					1.00	
	10	1	25					-4.00	
	11	1	22					-1.00	
	12	1	24					-3.00	
	13	1	26					-5.00	
	14	1	23					-2.00	
	15	1	24					-3.00	
	16	1	25					-4.00	
		16							

PARAMETROS DE ACEPTACION DE ENSAYO:

- 1) Valores no considerados en el promedio
- 2) Los valores tomados en la mediana estan por debajo de la diferencia de 6 con respecto a ella.
- 3) Valor de mediana redondeado a numero par (tomamos promedio de la toma 8 y 9) = 21



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LAB. MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P. J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Teléfono: 954877150 - 945417124 e-mail: Wils822@hotmail.com

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DETERMINACION DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE ESCLEROMETRÍA NTP 339.181 (ASTM C 805)

PROYECTO	RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL - PREDICION DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023
UBICACION	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA	JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSHELL
FECHA	OCTUBRE DEL 2023
	N° DE SERIE: 537

INFORME DE RESULTADO DE PRUEBAS DE REBOTE CON ESCLEROMETRO

LOCALIZACION: ENTRE JR NILO Y JR HUANDUY MZ V LOTE 22

Elemento	N° Toma	N° de disparo	Indice de rebote	Promedio	E. Ensayo	Fc(N/mm2)	Fc (kg/cm2)	Valor que difiere de la mediana	Aceptacion del Ensayo
COLUMNA	1	1	19	23	Malla cuadrada de 15 cm x 15 cm y espacio interno de cuadrados de 1"	12.50	127.40	3.50	ACEPTADO
	2	1	21					1.50	
	3	1	20					2.50	
	4	1	24					-1.50	
	5	1	21					1.50	
	6	1	20					2.50	
	7	1	19					3.50	
	8	1	22					0.50	
	9	1	23					-0.50	
	10	1	21					1.50	
	11	1	20					2.50	
	12	1	22					0.50	
	13	1	23					-0.50	
	14	1	20					2.50	
	15	1	21					1.50	
	16	1	20					2.50	

PARAMETROS DE ACEPTACION DE ENSAYO:

- 1) Valores no considerados en el promedio
- 2) Los valores tomados en la mediana estan por debajo de la diferencia de 6 con respecto a ella.
- 3) Valor de mediana redondeado a numero par (tomamos promedio de la toma 8 y 9) = 23



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP. 128373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVTMENTOS
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

Oficina: P.J. 03 de octubre Jr. Tangay Mz. B lote 07 - Nuevo Chimbote - RUC: 20604190640
Telefono: 954877150-945417124 e-mail: Wlze@822@hotmail.com

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE ESCLEROMETRÍA NTP 339.181 (ASTM C 805)

PROYECTO	RELACION DE LA ARTICULACION DE LOS METODOS DE REGRESION NO LINEAL - PREDICION DE RIESGO PROBADO Y LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS DEL AA.HH. SAN PEDRO, CHIMBOTE 2023
UBICACION	DISTRITO DE CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA	JARA CRUZADO JOSELLIN CAROLEY MYSHELL
FECHA	OCTUBRE DEL 2023 N° DE SERIE: 537

INFORME DE RESULTADO DE PRUEBAS DE REBOTE CON ESCLEROMETRO

LOCALIZACION: Jr. SANTA Y Jr. URANIO MZ B LOTE 1

Elemento	N° Toma	N° de disparo	Indice de rebote	Promedio	E. Ensayo	Fc(N/mm2)	Fc (kg/cm2)	Valor que difiere de la mediana	Aceptacion del Ensayo
COLUMNA	1	1	20	23	Malla cuadrada de 15 cm x 15 cm y espacio interno de cuadrados de 1"	12.50	127.40	2.50	ACEPTADO
	2	1	22					0.50	
	3	1	22					0.50	
	4	1	20					2.50	
	5	1	26					-3.50	
	6	1	24					-1.50	
	7	1	22					0.50	
	8	1	23					-0.50	
	9	1	22					0.50	
	10	1	21					1.50	
	11	1	22					0.50	
	12	1	22					0.50	
	13	1	23					-0.50	
	14	1	20					2.50	
	15	1	24					-1.50	
	16	1	24					-1.50	
		16							

PARAMETROS DE ACEPTACION DE ENSAYO:

- Valores no considerados en el promedio
- Los valores tomados en la mediana estan por debajo de la diferencia de 6 con respecto a ella.
- Valor de mediana redondeado a numero par (tomamos promedio de la toma 8 y 9) = 23



INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Wilson J. Zelaya Santos
CIP 195373 - CONSULTOR C - 127796
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

EVIDENCIA RECOLECCION DE DATOS



Extracción de muestras para el análisis correspondiente



Análisis granulométrico de las muestras extraídas



Peso de la muestra obtenida de cada recipiente acumulada

EVIDENCIA EN CAMPO



Prueba de rebote con esclerometro en campo en la vivienda de material noble



Prueba de campo en el interior de una vivienda con características vulnerables

EVIDENCIA EN CAMPO CON FICHAS DE RECOLECCION DE DATOS



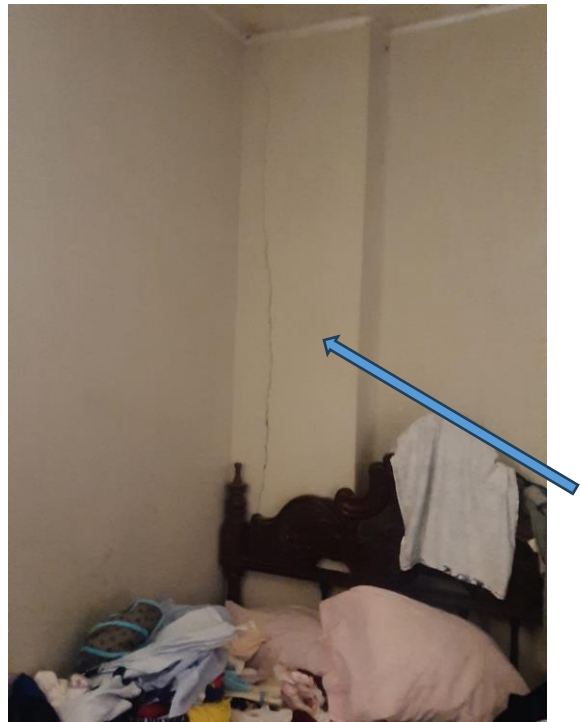
Recolección de datos con las viviendas que nos permitieron encuestar



Viviendas elegidas para estudio por presentar daños físicos en las estructuras tanto exterior como interior.



En esta vivienda se puede apreciar las cangrejas que existentes en columnas como en la losa aligerada



En estas fotos se puede ver las cangrejas en las columnas de un dormitorio de la vivienda N°1 (dos pisos)



Acá se puede apreciar como existe un pandeo en la losa aligerada, con múltiples cangrejas en donde en tiempos de lluvia filtra toda el agua



En este otro enfoque se puede apreciar que casi la mitad de su alero se encuentra totalmente deteriorado, también se puede ver en la siguiente imagen como una fisura de gran proporción existe en el muro



En estas fotos tomadas desde el exterior se puede apreciar cómo fue su construcción empírica sin respetar el normamento de edificaciones, se aprecia una mala cimentación para viviendas de dos niveles situadas en un terreno con pendiente, en la segunda foto se aprecia el mal estructuramiento de la vivienda



En esta otra imagen se aprecia como edificaron una vivienda en laderas del cerro, en donde tienen como cimiento sacos de arena, evidentemente ante un evento sísmico esta vivienda colapsaría



En esta foto se puede ver que este tipo de suelo es demasiado arenoso y que incluso por el pasar de los años el asentamiento de este provocó el levantamiento de la vereda de esta zona del AA.HH San Pedro



En estas fotos tomadas desde los exteriores de diferentes viviendas se aprecia que no respetan las juntas de dilatación las cuales son de suma importancia ante un evento sísmico según la normativa.



Vivienda elegida para el modelamiento en Etabs basados en las condiciones de daños directos y generalidades, tomados en base a la recolección de datos, en donde se puede apreciar daños en la columna, como también mal distribución de muros de albañilería.



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Relación de articulación de métodos de regresión no lineal predicción de riesgo probado y vulnerabilidad sísmica en viviendas, Chimbote-2023"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORA:

Jara Cruzado Josellin Caroley Myshell (orcid.org/0009-0006-4214-6640)

ASESOR:

Mg. Canta Honores Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-9232-1359)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIERSITARIA:
Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ
2023

Match Overview

12%

Currently viewing standard sources

View English Sources

Matches	Percentage
1 hdl.handle.net Internet Source	2%
2 repositorio ucv.edu.pe Internet Source	1%
3 ri.ues.edu.sv Internet Source	1%
4 Submitted to Universid... Student Paper	1%
5 creat.uneg.edu.ve Internet Source	<1%
6 repositorio univener.edu... Internet Source	<1%
7 repositorio unfv.edu.pe Internet Source	<1%
8 library.ca Internet Source	<1%
9 repositorio upla.edu.pe Internet Source	<1%
10 repositorio urp.edu.pe Internet Source	<1%
11 repositorio unc.edu.pe Internet Source	<1%
12 repositorio uss.edu.pe Internet Source	<1%
13 repositorio upt.edu.pe Internet Source	<1%
14 Maldonado Salvatierra... Publication	<1%