



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica a partir de curvas de fragilidad considerando la variabilidad del material, sector La Primavera, Huarmaca-Huancabamba-Piura

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Chinchay Chinchay, Royer Omar ([orcid.org/0000-0002-8924-5594](https://orcid.org/0000-0002-8924-5594))

**ASESOR:**

Mg. Cubas Armas, Marlon Robert ([orcid.org/0000-0001-9750-1247](https://orcid.org/0000-0001-9750-1247))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento.

CHICLAYO – PERÚ

2023

## DEDICATORIA

“Este trabajo lo dedico a mis padres, hermanos y aquellas personas que ya no están físicamente presente, mi más profundo agradecimiento hacia ustedes con amor y gratitud”.



## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi asesor Mg. Marlon Cubas Armas por compartir su tiempo y conocimientos.

Agradezco a los docentes y miembros de la Facultad de Ingeniería por las lecciones y enseñanzas y ser parte de muchos sueños.

A mis compañeros, quienes han contribuido a hacer de este tiempo compartido momentos muy gratos.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo y diseño de la investigación. ....	20
3.2 Variables y operacionalización. ....	20
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de analisis.....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	21
3.5 Procedimientos .....	23
3.6 Métodos de análisis de datos. ....	24
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN .....	46
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES .....	54
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de intensidad sísmica de acuerdo al ASCE 41-17.....	15
Tabla 2. Factores de amplificación sísmica – asce 41-17.....	15
Tabla 3. Estados de daño según la risk-ue (2003).....	17
Tabla 4. Niveles de desempeño según SEAOC VISION 2000.....	18
Tabla 5. Aspectos éticos seguidos para la investigación. ....	24
Tabla 6. Selección de tipologías de viviendas de albañilería confinada.....	25
Tabla 7. Parámetros de las tipologías representativas.....	26
Tabla 8. Resultados del ensayo por esclerometría. ....	28
Tabla 9. Media de f´m de la unidad de albañilería.....	29
Tabla 10. Valores $d_y$ , $d_u$ , $\mu$ en (cm) para las 4 tipologías de viviendas.....	33
Tabla 11. Resultados de la evaluación de las curvas de fragilidad. ....	35
Tabla 12. Valores asociados a cada etapa alcanzada – XX. ....	37
Tabla 13. Valores asociados a cada etapa alcanzada – YY. ....	38
Tabla 14. Valores asociados a cada etapa alcanzada – XY. ....	39
Tabla 15. Valores asociados a cada etapa alcanzada – YY. ....	40
Tabla 16. Valores asociados a cada etapa alcanzada – XX. ....	41
Tabla 17. Valores asociados a cada etapa alcanzada – YY. ....	42
Tabla 18. Valores asociados a cada etapa alcanzada – XX. ....	43
Tabla 19. Valores asociados a cada etapa alcanzada – YY. ....	44
Tabla 20. Costo promedio de reparación esperado. ....	45
Tabla 21. Costo promedio de reparación en base al costo de reemplazo.....	45

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Proceso seguido para el análisis no lineal estático. ....	17
Figura 2. Niveles de desempeño representado en la curva de capacidad. ....	19
Figura 3. Procedimiento del desarrollo de la investigación. ....	23
Figura 4. Procesamiento de análisis de datos. ....	24
Figura 5. Vista en planta y 3D, tipología GI(1P) – ETABS. ....	26
Figura 6. Vista en planta y 3D, tipología GII(1P) – ETABS. ....	27
Figura 7. Vista en planta y 3D, tipología GII(2P) – ETABS. ....	27
Figura 8. Vista en planta y 3D, tipología GIII(1P) – ETABS. ....	27
Figura 9. Asignación de materiales correspondientes a las tipologías. ....	29
Figura 10. Curvas de capacidad obtenidas de las 4 tipologías de vivienda. ....	30
Figura 11. Curvas trilineales tipología GI(1P). ....	31
Figura 12. Curvas trilineales tipología GII(1P). ....	31
Figura 13. Curvas trilineales tipología GII(2P). ....	32
Figura 14. Curvas trilineales tipología GIII(1P). ....	32
Figura 15. Curvas de fragilidad tipología GI(1P). ....	33
Figura 16. Curvas de fragilidad tipología GII(1P). ....	33
Figura 17. Curvas de fragilidad tipología GII(2P). ....	34
Figura 18. Curvas de fragilidad tipología GIII(1P). ....	34
Figura 19. Curva de vulnerabilidad tipología GI(1P). ....	35
Figura 20. Curva de vulnerabilidad tipología GII(1P). ....	36
Figura 21. Curva de vulnerabilidad tipología GII(2P). ....	36
Figura 22. Curva de vulnerabilidad tipología GIII(1P). ....	36
Figura 23. Niveles de desempeño estructural tipología GI(1P) – XX. ....	37
Figura 24. Niveles de desempeño estructural tipología GI(1P) – YY. ....	38
Figura 25. Niveles de desempeño estructural tipología GII(1P) – XX. ....	39
Figura 26. Niveles de desempeño estructural tipología GII(1P) – YY. ....	40
Figura 27. Niveles de desempeño estructural tipología GII(2P) – XX. ....	41
Figura 28. Niveles de desempeño estructural tipología GII(2P) – YY. ....	42
Figura 29. Niveles de desempeño estructural tipología GIII(1P) – XX. ....	43
Figura 30. Niveles de desempeño estructural tipología GIII(1P) – YY. ....	44
Figura 31. Contraste de tipologías representativas. ....	47
Figura 32. Unidades de albañilería del área de estudio, sector la primavera. ....	49

## RESUMEN

El presente proyecto, tiene como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica del sector La Primavera (Huarmaca-Huancabamba-Piura) mediante el análisis de curvas de fragilidad, considerando la variabilidad del material. La metodología empleada es de enfoque cuantitativo y de tipo aplicada. Se identificaron cuatro tipologías de viviendas de albañilería confinada, categorizadas por tamaño: Grupo I (<55 m<sup>2</sup>), Grupo II (56-111 m<sup>2</sup>) y Grupo III (>112 m<sup>2</sup>). Hubo variaciones en las resistencias a la compresión superiores a  $f'_c=250$  kg/cm<sup>2</sup> en columnas y vigas. La resistencia promedio de las unidades de albañilería fue de  $f'_m=103.14$  kg/cm<sup>2</sup> para ladrillos 18 huecos, 64.33 kg/cm<sup>2</sup> para ladrillos macizos y 42.18 kg/cm<sup>2</sup> para ladrillos pandereta. Mediante el análisis no lineal estático, se generaron curvas de capacidad que permitieron trazar curvas de fragilidad. La vulnerabilidad general fue baja, pero las viviendas del grupo II mostraron una vulnerabilidad media en las direcciones "XX", lo cual fue corroborado por el método de desempeño ocupacional de VISIÓN 2000. Los costos de reparación post-sismo son altos en estas direcciones, siendo más altos en las viviendas del grupo II. En conclusión, las viviendas del grupo II son más susceptibles a daños en la dirección "XX".

**Palabras clave:** vulnerabilidad, albañilería confinada, análisis no lineal, curvas de fragilidad, desempeño.

## ABSTRACT

The present project aims to evaluate the seismic vulnerability of the La Primavera sector (Huarmaca-Huancabamba-Piura) through the analysis of fragility curves, considering material variability. The methodology used is quantitative and applied in nature. Four typologies of confined masonry houses were identified and categorized by size: Group I (<55 m<sup>2</sup>), Group II (56-111 m<sup>2</sup>), and Group III (>112 m<sup>2</sup>). There were variations in compressive strengths exceeding  $f'_c=250$  kg/cm<sup>2</sup> in columns and beams. The average strength of masonry units was  $f'_m=103.14$  kg/cm<sup>2</sup> for 18-hole bricks, 64.33 kg/cm<sup>2</sup> for solid bricks, and 42.18 kg/cm<sup>2</sup> for partition bricks. Nonlinear static analysis was used to generate capacity curves, which allowed for the plotting of fragility curves. The overall vulnerability was low, but Group II houses showed medium vulnerability in the "XX" direction, which was corroborated by the VISION 2000 occupational performance method. The post-earthquake repair costs are high in these directions, with higher costs for Group II houses. In conclusion, Group II houses are more susceptible to damage in the "XX" direction.

**Keywords:** vulnerability, confined masonry, nonlinear analysis, fragility curves, performance.

## I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado de la construcción informal de viviendas en Perú ha dado lugar a una diversidad de tipologías residenciales en áreas urbanas y periurbanas. Desafortunadamente, estas viviendas se construyen con rapidez, a menudo sin cumplir con los estándares de calidad y normativas existentes, generando problemas estructurales. Según un estudio del Colegio de Arquitectos en 2019, alrededor de un 80% de las viviendas en el país se construyen sin la dirección de un profesional de la construcción, derivando en edificaciones de baja calidad y precariedad, representando un peligro para sus habitantes y para la comunidad en general ([ver publicación](#)). Dado este contexto, se vuelve imperativo el desarrollo de un método fiable y eficaz que permita estimar los posibles daños esperados por sismos, Vasileiadis, Kostinakis y Athanatopoulou (2023)

Los terremotos han desatado significativas pérdidas humanas y económicas, Gonzalez et al. (2020). De aquí que surgen investigaciones centradas en evaluar la susceptibilidad sísmica de tipologías de viviendas, especialmente en zonas urbanas, Chieffo et al. (2019). Es imprescindible, entonces, determinar el daño estructural y el riesgo potencial previo a un evento sísmico para comprender mejor la eficacia de los esfuerzos de prevención y preparar iniciativas destinadas a minimizar las consecuencias devastadoras, Ortega et al. (2019). Esto exige llevar a cabo estudios previos que permitan identificar el estado de una estructura y su ubicación en la zona sísmica, factores clave para medir el riesgo sísmico, Giménez et al. (2020).

Para examinar el comportamiento de las edificaciones se requiere un análisis integral, apoyándose en la respuesta sísmica y el análisis de protección frente a posibles mecanismos de falla, Greco et al. (2022). El fenómeno de la construcción autogestionada, impulsada por factores económicos, es una de las razones principales que contribuyen a la susceptibilidad sísmica de estas construcciones, Tarque y Pancca-Calsin (2022). Esto brinda una visión detallada de la variabilidad de los materiales utilizados durante la construcción y la magnitud del daño, para así entender mejor el riesgo y el impacto de un sismo, Majdalaweyh y Pang (2022). La vulnerabilidad depende de factores como la calidad y tipo de materiales, la configuración y geometría de los muros, el tipo de refuerzos presentes, la

interacción entre suelo y estructura, el nivel de daño anterior y el mantenimiento, Shabani, Kioumarsy y Zucconi (2021).

Para comprender el comportamiento de estas estructuras, se deben de tomar en cuenta datos básicos característicos, tales como el número de niveles, la antigüedad del edificio, el tipo de construcción, los materiales utilizados en su construcción, entre otros que permitan una evaluación a fondo, Alam y Haque (2020), Ahmed, Shahzada y Fahad (2021). Esta información es vital para evaluar la vulnerabilidad sísmica a nivel estructural, ya que las viviendas construidas sin cumplir con los reglamentos de construcción y sísmicos tienden a presentar variaciones en los materiales de construcción y diversos problemas estructurales, Mazumder y Salman (2019). Para optimizar el análisis de datos de un conjunto de viviendas, es sugerido seguir estos pasos: (1) clasificar los edificios por tipo y características, (2) establecer los grados de daño y sus curvas de fragilidad asociadas, (3) determinar la intensidad y la probabilidad de peligro por ubicación, y (4) calcular el índice de vulnerabilidad y riesgo para cada construcción, Shah (2018). De estas problemáticas se desprenden diferentes métodos centrados en evaluar el comportamiento de los materiales y en identificar la vulnerabilidad sísmica con curvas de capacidad y fragilidad. No obstante, estos métodos están limitados por el factor tiempo requerido para su implementación.

La presente investigación se desarrolla con el propósito de abordar la siguiente cuestión: ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de las diferentes tipologías de viviendas de albañilería confinada en el sector La Primavera, en Huarmaca-Huancabamba-Piura, a partir de curvas de fragilidad, considerando la variabilidad del material?.

Justificación académica, sea aplicará conocimientos sobre mecánicas estructurales, análisis de sistemas estructurales y diseño sismorresistente, se tendrán en cuenta tanto las normativas nacionales, así como códigos y manuales internacionales que serán aplicadas en la investigación para desarrollar las curvas de fragilidad. La justificación técnica busca entender y evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería de 1 y 2 niveles en el sector la primavera, Huarmaca, a través del uso de curvas de fragilidad. Desde un enfoque metodológico, se realizarán procedimientos como la implementación de una



encuesta para clasificar las tipologías de viviendas existentes, estudios de sobre mecánica de suelos, ensayos no destructivos, pruebas de resistencia a compresión axial y el uso del análisis no lineal de las tipologías de viviendas representativas. La justificación económica radica en la capacidad de calcular el costo de reparación de las tipologías de vivienda, basándose en su costo de reemplazo para un sismo de diseño raro para el manejo económico en un post-evento sísmico.

El objetivo general es: Evaluar la vulnerabilidad sísmica del sector La Primavera (Huarmaca-Huancabamba-Piura) mediante el análisis de curvas de fragilidad, considerando la variabilidad del material que compone las edificaciones en dicha zona. En conjunto con los objetivos específicos **OE1:** Caracterizar las tipologías de viviendas tomadas de la muestra de viviendas de albañilería confinada. **OE2:** Analizar la variabilidad del material de las viviendas de albañilería confinada. **OE3.** Construir las curvas de fragilidad de cada una de las tipologías. **OE4:** Evaluar la vulnerabilidad sísmica a partir de las curvas de fragilidad de las tipologías de viviendas. **OE5.** Proponer la metodología de cálculo de costo de reparación en base al costo de reemplazo de la RISK-UE.

De esta manera, se formula la siguiente hipótesis: es posible evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada de 1 y 2 niveles ubicadas en el sector La Primavera, Huarmaca-Huancabamba-Piura mediante el análisis de las curvas de fragilidad, considerando la variabilidad del material.

## II. MARCO TEÓRICO

Esta investigación se basa en el estudio de varios artículos científicos que abordan la evaluación de la vulnerabilidad sísmica. A continuación, se presentan los antecedentes internacionales relacionados con el presente trabajo de investigación.

Para Zucconi, Romano y Ferracuti (2022), el propósito de su investigación crear curvas de fragilidad para edificaciones de concreto reforzado en Italia, tomando en consideración tanto el índice de daño aplicado como la elección de muestras de los edificios, para esta selección de muestras, emplearon dos enfoques distintos: uno fundamentado en la tipología del edificio y otro centrado en el espectro. La investigación determinó que las curvas de fragilidad se ven significativamente afectadas tanto por el índice de daño como por el método de selección de las muestras constandingo que el enfoque basado en el espectro resulta más cauteloso en comparación con el enfoque basado en la tipología, por último los autores señalan que la incorporación de edificios no seleccionados previamente puede disminuir la incertidumbre vinculada a las curvas de fragilidad empíricas esto debido a que aumenta la cantidad de muestras, optimizando así la representatividad estadística.

Para los investigadores Zhang et al. (2023), el propósito de su estudio consistió en analizar el impacto de las secuencias sísmicas principales y réplicas en la fragilidad sísmica de las estructuras de mampostería confinada y reforzada con acero. Emplearon un enfoque probabilístico para estimar la probabilidad de exceder diversos niveles de daño. Los resultados obtenidos revelaron que las secuencias sísmicas principales y réplicas pueden aumentar significativamente la fragilidad sísmica de las estructuras de mampostería, especialmente en lo que respecta a los niveles de daño moderado y severo, identificaron que el impacto de estas secuencias varía en función del nivel de intensidad del sismo principal, el intervalo de tiempo entre el sismo principal y la réplica, así como del tipo y cantidad de refuerzo presente en las estructuras. La investigación concluye que, al aumentar el número de pisos, la probabilidad de exceder el estado límite de colapso puede aumentar hasta un 28.7%.

Para Nica, Pavel y Hojda (2023), el objetivo de este estudio consistió en desarrollar un método automatizado y eficiente para generar curvas de fragilidad. Los autores utilizaron el programa de análisis dinámico no lineal llamado ONSAS, basado en el método de los elementos finitos, para simular el comportamiento inelástico de los marcos. Emplearon un enfoque basado en el análisis modal estocástico para reducir la cantidad de análisis dinámicos no lineales necesarios, el método propuesto se aplicó a cuatro casos de estudio que involucraron marcos de concreto reforzado con diferentes alturas, geometrías, niveles de ductilidad y en ambas direcciones. Los autores compararon las curvas de fragilidad obtenidas mediante este método con las obtenidas a través de otros métodos, como el análisis dinámico no lineal completo, el análisis estático no lineal (push-over) y el método del espectro de capacidad, concluyendo que el método propuesto produce resultados similares al análisis dinámico no lineal completo, pero no son exactos.

Pitilakis y Petridis (2022), el objetivo de este estudio fue investigar los efectos de la interacción suelo-estructura y los efectos de amplificación del sitio en la vulnerabilidad sísmica de edificios existentes de hormigón armado con sistemas de pórticos y sistemas duales. Los autores utilizaron un conjunto de 40 edificios típicos de hormigón armado, clasificados en cuatro grupos según su altura y año de construcción. Realizaron análisis dinámicos no lineales de los edificios bajo diferentes registros sísmicos, considerando tres tipos de suelo: roca, suelo blando y suelo muy blando. Los autores establecieron cuatro niveles de daño: leve, moderado, severo y colapso, basados en el índice de daño de Park-Ang, los autores determinaron que los edificios más vulnerables son aquellos construidos antes de 1985 y los ubicados sobre suelos blandos o muy blandos.

Para Chácará et al. (2019), el objetivo de su estudio consistió en analizar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras de mampostería no reforzada, utilizando curvas de fragilidad analíticas como herramienta de evaluación. Esta metodología aplica características, como la definición de los estados límite y su capacidad correspondiente basada en análisis push-over multidireccional, así como la aplicación de análisis dinámicos no lineales, realizados con un enfoque de modelado de macro elementos discretos capaz de simular las principales respuestas en el plano y fuera del plano de las estructuras mampostería reforzada

con una reducida carga computacional, las curvas de fragilidad obtenidas se compararon con las obtenidas mediante enfoques basados en expertos.

Para Hannewald et al. (2020), el objetivo del estudio fue desarrollar curvas de fragilidad simplificadas utilizando principios mecánicos para evaluar el riesgo sísmico de los edificios escolares. Los autores utilizaron modelos numéricos no lineales estáticos para calcular las curvas de capacidad de los edificios con fines de construir curvas de fragilidad, considerando los posibles mecanismos de falla de los elementos estructurales. Se establecieron cuatro niveles de daño: leve, moderado, severo y colapso, basados en el índice de daño de Park-Ang. Los autores validaron las curvas de capacidad mediante mediciones de vibración y las compararon con modelos empíricos basados en la intensidad. Como resultado, los autores concluyeron que las curvas de capacidad simplificadas pueden capturar la influencia de características típicas, como los detalles de las paredes de hormigón armado, en el comportamiento y la respuesta de los edificios.

Para Medina et al. (2019), su investigación tuvo como objetivo el desarrollo de curvas de fragilidad analíticas para los edificios comunes ubicados en el litoral pacífico colombiano. Los investigadores utilizaron un modelo numérico basado en el método de elementos finitos para simular el comportamiento no lineal e inelástico de los edificios de hormigón armado sometidos a cargas cíclicas. Además, emplearon un método basado en el análisis modal estocástico para generar curvas de fragilidad correspondientes a diferentes niveles de daño, los cuales se basaron en el índice de daño de Park-Ang. La validación de las curvas de fragilidad se realizó mediante mediciones de vibración y se compararon con modelos empíricos. Como conclusión, determinó que las curvas de fragilidad analíticas son capaces de capturar la influencia de las características típicas, como el detalle de las paredes de hormigón armado, en el comportamiento y la respuesta de los edificios. Esto justifica el uso de funciones analíticas de fragilidad en lugar de modelos empíricos basados en la profundidad del flujo.

Zucconi y Sorrentino (2022), en su investigación realizaron análisis de las curvas de fragilidad para diversas clases tipológicas de edificios, las cuales se definieron teniendo en cuenta parámetros observados después de terremotos. El objetivo era aplicar los resultados a nivel nacional. Establecieron seis clases

tipológicas considerando la antigüedad de construcción y el estado de reparación, y se realizó una distinción adicional basada en el número de pisos cuando fue relevante. Las curvas de fragilidad se definieron como una función de la aceleración máxima del suelo, considerando cinco estados de daño definidos según la escala macro sísmica europea. Los resultados confirmaron que los edificios más antiguos son más vulnerables que los más recientes, y destacaron la importancia del estado de reparación en las curvas de fragilidad de los daños.

Halder et al. (2021), en su investigación seleccionaron cuatro viviendas representativas de mampostería reforzada que constan de uno y dos pisos clasificados como “grupo 1 (1 nivel), grupo 2(1), grupo 2 (2 niveles) y grupo 3 (2 niveles)”, de un grupo de 35 viviendas, esta selección se basó en un parámetro estadístico adecuado que refleja el tipo de construcción más común en la zona. Utilizando el enfoque de modelado de marcos equivalentes, cada tipología de vivienda fue modelado con propiedades de materiales diferentes, generando un total de 60 modelos de edificios que se llevaron a cabo un análisis estático no lineal para todos los modelos tipológicos con el objetivo de obtener la función de distribución de probabilidad de los estados de daño, basada en los parámetros de la curva de capacidad. En los resultados observaron que existe una probabilidad muy alta de sufrir daños mayores o completos en los edificios de mampostería no reforzada cuando son sometidos a una aceleración máxima del suelo de 0.18 g.

Maio et al. (2020), el estudio analiza el costo-beneficio de estrategias tradicionales de rehabilitación sísmica en estudios de caso rurales y urbanos. Utilizando curvas de fragilidad basadas en el método del espectro de capacidad, se compararon los costos de reparación esperados con los costos de intervención. Los resultados muestran que el reforzamiento sísmico puede reducir los costos de reparación y aumentar el valor del edificio. Sin embargo, el análisis costo-beneficio depende de factores como el riesgo sísmico, el valor del edificio, la intervención realizada y el tiempo de retorno considerado.

Se escogieron 12 antecedentes nacionales, estos antecedentes se eligieron con el criterio de que su antigüedad no fuera mayor a 5 años y que presentan similitudes con las variables utilizadas en el presente estudio, con esta selección de antecedentes, se buscó obtener información actualizada sobre la vulnerabilidad

sísmica, permitiendo así aplicar el análisis no lineal y desarrollar curvas de fragilidad.

Nicola et al. (2022), el objetivo del estudio consiste en: “Desarrollar curvas de fragilidad que posibiliten la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de albañilería confinada en la ciudad de Lima, Perú”. En el marco de su investigación, llevó a cabo una exhaustiva revisión de la normativa vigente en Perú que regula el diseño y la construcción de edificaciones de albañilería confinada, al tiempo que se recolectaron datos de campo correspondientes a una muestra representativa de edificios en Lima, para esta muestra elaboraron una encuesta en campo donde consideraron las propiedades geométricas, densidad de muros, área construida y la altura entre piso y piso. Con base en la información recopilada, se procedió al desarrollo de curvas de fragilidad que establecen la relación entre la probabilidad de daño estructural y la intensidad del sismo. Los resultados del estudio indican una elevada vulnerabilidad sísmica en los edificios de mampostería confinada en Lima, y demuestran que las curvas de fragilidad generadas pueden emplearse para la evaluación y priorización de medidas de reducción de la vulnerabilidad en la ciudad.

Polo (2021), planteó como objetivo: “Analizar la susceptibilidad sísmica de las viviendas construidas de forma independiente en el asentamiento humano Nuevo Progreso, ubicado en el Distrito de Ventanilla, Lima”. El enfoque de investigación es de tipo no experimental-cuantitativo, de tipo descriptivo. Determinó que: “La muestra de su estudio lo componen 50 viviendas seleccionadas por conveniencia. El autor con el propósito de abordar esta problemática, seleccionó dos viviendas identificadas como las más vulnerables donde aplicó la prueba de esclerometría en cinco puntos diferentes de cada vivienda, obteniendo un promedio de  $f'c = 197.7 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 218.8 \text{ kg/cm}^2$  para la primera y segunda vivienda con el fin de proponer un refuerzo estructural empleando herramientas como Excel y ETABS. El proceso de refuerzo propuesto consiste en la incorporación y ampliación de columnas, con el objetivo de reducir las deformaciones entre pisos y aumentar la rigidez de la estructura”.

Valenzuela (2019), el trabajo tiene como objetivo: “Calcular las representaciones gráficas de la susceptibilidad a daños mediante la evaluación

progresiva de la respuesta dinámica en el centro de atención médica de Conchopata en Ayacucho”, una estructura esencial y altamente vulnerable ante sismos severos. El tipo de diseño de investigación es probabilístico o estadístico numérico. “Destaca la utilización del método estadístico numérico de simulación de Montecarlo y el análisis de tiempo historia mediante los programas ETABS y Matlab para obtener los niveles de daño más probables de la estructura irregular. Como resultado, se han generado curvas de fragilidad analítica que representan el nivel de daño de la estructura en función de la intensidad sísmica”.

Según Calvo y Chavez (2018) en su investigación, se planteó el objetivo de: “Aplicar una metodología de diseño sísmico basada en el rendimiento para evaluar el comportamiento de las estructuras frente a diferentes niveles de sismos”. El enfoque de la investigación es no experimental-cuantitativo, de tipo descriptivo. En cuanto a los resultados obtenidos: “Utilizó el análisis estático no lineal Push-over junto con la demanda sísmica establecida por la Norma Peruana E-030”. Esto permitió evaluar el nivel de daño y la secuencia de falla de la estructura. Estos resultados se compararon con los límites proporcionados por FEMA 356 y ATC-40”.

Correa (2019), En su investigación tuvo como objetivo: “Verificar el diseño sismorresistente de la edificación esencial, específicamente el bloque N°02 de aulas ubicado en el Colegio Militar Elías Aguirre en la ciudad de Chiclayo”. Se emplea un enfoque de diseño de investigación no experimental-cuantitativo de tipo descriptivo. Los resultados determinaron que: “La estructura cumple con las normas de distorsión máxima permitida, evaluando el daño estructural a través del método Push-over, que controla deformación, desplazamiento y giro. Los resultados demuestran un excelente desempeño sísmico del módulo. Se han realizado correcciones en los puntos de falla identificados para lograr un desempeño totalmente operacional. Todo el proceso se llevó a cabo siguiendo las normativas internacionales FEMA-356 y ATC-40”.

Inga y Ortiz (2019) en su investigación con el objetivo de: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento estructural en viviendas de albañilería confinada de tres niveles”. La investigación se basa en un diseño cuantitativo. Concluyó que, con el propósito de alcanzar el objetivo establecido. “Realizaron extracciones de muestras de los muros de albañilería para evaluar el

estado actual de las viviendas, para el análisis geotécnico llevaron a cabo estudios de mecánica de suelos, para identificar el f'c del concreto realizaron ensayos de diamantina y esclerómetro. Los resultados obtenidos indican que las viviendas presentan vulnerabilidad sísmica, identificando que dos de ellas no cumplen con los parámetros establecidos en la norma E-070, como solución a esta problemática, proponen reforzar los muros mediante la incorporación de varillas de fibra de vidrio, con el fin de incrementar la rigidez lateral y disminuir la vulnerabilidad sísmica de las viviendas”

Samaniego y Sánchez (2020) en su investigación tuvo como principal objetivo: “Evaluar la vulnerabilidad sísmica de una vivienda multifamiliar en Ate-Lima mediante el análisis dinámico no lineal incremental”. Empleó un enfoque cuantitativo. La investigación describe a detalle: “Las propiedades del comportamiento inelástico de los materiales, las curvas histéricas, el registro y la escala de las medidas de intensidad sísmica, el indicador de deriva entrepiso y las curvas de fragilidad, la vulnerabilidad sísmica fue evaluada siguiendo las sugerencias del FEMA 356 y ASCE 41-13. Los resultados revelaron que la edificación presenta un alto nivel de daño en caso de un sismo”.

Guillen (2021) en su investigación con objetivo: “Determinar la vulnerabilidad sísmica y diseñar una estructura resistente a sismos para un edificio de albañilería confinada ubicado en la provincia de Chincha, Ica”. El enfoque de investigación empleado es de tipo aplicado, cuantitativo y no experimental de corte transversal. Determinó que: “Después de realizar diferentes análisis, como el análisis modal espectral, el análisis estático no lineal en dos viviendas, el cálculo de la probabilidad acumulada, utilizó la fórmula "DISTR.NORM.ESTAND.N, la elaboración de curvas de fragilidad tanto para “X” y” Y”, la determinación del índice de daño esperado según la norma E-030. Los resultados obtenidos revelaron que la vivienda presenta un nivel significativo de vulnerabilidad sísmica, por lo cual concluye que se requiere realizar un refuerzo estructural para mejorar su resistencia ante los sismos”.

Crisanto y Sotomayor (2022) en su investigación plasmó como objetivo “Determinar la vulnerabilidad sísmica y diseñar una estructura resistente a los sismos para una vivienda de albañilería confinada ubicada en la provincia de Chincha, Ica”. El enfoque de investigación utilizado es de tipo aplicado, cuantitativo



y no experimental, de corte transversal y descriptivo. Determinaron que: “La población está compuesta por 389 viviendas de albañilería confinada de dos pisos o más, la muestra evaluada consiste en 15 viviendas, utilizaron la metodología de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica para obtener el índice, grado y nivel de vulnerabilidad de las viviendas evaluadas. Con base en los resultados, se realizan propuestas de mejora para una vivienda con alta vulnerabilidad, y se lleva a cabo el modelamiento en ETABS V.19 siguiendo la norma E.030. Los resultados del estudio revelan que el 67% de las viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad sísmica alto, mientras que el 33% tiene una vulnerabilidad media”.

Arevalo (2020) en su tesis tuvo como principal objetivo: “Realizar un diagnóstico del comportamiento sísmico de las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en el A.H. San José, ubicado en el distrito de San Martín de Porres”. El tipo de investigación implementada fue aplicada, cuantitativa, no experimental, descriptiva y de carácter transversal. “Emplearon dos técnicas de investigación: una cualitativa, mediante el uso de cuestionarios que detallan las especificaciones estructurales, arquitectónicas y constructivas; y otra cuantitativa, por medio del software ETABS 2016, que facilitó el cálculo de la resistencia al corte en la base, los movimientos del centro de gravedad y los desplazamientos relativos entre pisos, acorde a las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones. Los resultados de esta investigación evidenciaron una considerable vulnerabilidad sísmica en las viviendas examinadas”.

Tala (2019) en su tesis con el objetivo de: “Estimar el daño sísmico en viviendas de albañilería confinada de 01 y 02 pisos mediante el uso de curvas de fragilidad”. La investigación es de tipo cuantitativa. Determinó que: “Seleccionó una población de estudio y se caracterizaron las edificaciones mediante una ficha de encuesta de donde se obtuvieron seis tipologías de viviendas y se realizó un análisis estático no lineal basado en el desplazamiento. Para la creación de curvas de capacidad se empleó simulación Montecarlo y se evaluó el desempeño para diferentes niveles de demanda sísmica, obteniendo las curvas de fragilidad. Concluyó que las viviendas de un piso y dos pisos presentan una alta probabilidad de colapsar ante un sismo moderado”.

Lopez y Rodriguez (2018) el objetivo de su trabajo de investigación fue: “construcción de curvas de fragilidad para viviendas unifamiliares con muros de ductilidad limitada (VMDL)”. El enfoque de investigación utilizado es de diseño aplicado, cuantitativo y no experimental. Los resultados de su investigación indican que: “Para llevar a cabo el análisis, examinaron dos categorías de viviendas unifamiliares típicas de 2 y 3 pisos, las cuales fueron diseñadas según las regulaciones actuales de Perú, Aplicaron la técnica de simulación de Montecarlo para considerar la aleatoriedad de las propiedades mecánicas de los materiales y la incertidumbre asociada a la demanda sísmica, esta técnica ha generado señales sintéticas que se ajustan al espectro normativo que permitió calcular las probabilidades de daño leve, moderado y severo, los resultados indican que las viviendas presentan un sólido desempeño sísmico, mostrando una probabilidad de sufrir daños leves igual o inferior al 1% en caso de un sismo severo.”.

Sáenz (2019) en su investigación tuvo como objetivo: “Evaluar la vulnerabilidad sísmica de una edificación esencial mediante el uso de curvas de fragilidad analíticas”. El enfoque de investigación es de tipo aplicada. Determinó que: “Para construir las curvas de fragilidad y verificar los requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad de acuerdo con la norma NTE.030 "Diseño Sismorresistente", se realizó un análisis estático y dinámico lineal. Para ello, se requirieron datos (DY) y (DU) y las matrices de probabilidad de daño, obtenidas mediante un análisis estático no lineal (Push-over), considerando diferentes estados de daño, como leve, moderado, severo y completo. Además, se tuvieron en cuenta los niveles de demanda sísmica según las normativas ATC-40 y FEMA 356”.

Burga y Rivera (2021), en su investigación tiene como objetivo: “Analizar y determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica estructural de las antiguas edificaciones del Instituto Pedagógico Indoamérica en la ciudad de Trujillo”. Concluyó que: “Mediante ensayos no destructivos en toda la estructura del Instituto Pedagógico Indoamérica, encontraron un media  $f'c=221$  kg/cm<sup>2</sup> tanto en columnas y vigas, estos resultados fueron asignados a un software especializado para analizar el comportamiento de la estructura a través del análisis no lineal tiempo historia. El objetivo de este procedimiento fue con el fin de construir curvas de

fragilidad para los pabellones modelados, los resultados indican que los pabellones pueden sufrir daños moderados en caso de sismos frecuentes de intensidad regular. Sin embargo, no cumplen con los parámetros de control de deformaciones establecidos por la norma E.030 (2018).

Tenorio Carranza (2021), en su investigación planteó como objetivo: “Analizar el comportamiento sísmico de la estructura de la I.E. N°10410 aplicando el método no lineal estático para determinar el nivel de desempeño de la estructura”. El enfoque de investigación utilizado fue no experimental, transversal y descriptivo. Los resultados revelaron que: “Que la escalera cumple con las derivas y desplazamientos en los ejes "X" y "Y", lo que indica que mantiene su funcionalidad ante un sismo de diseño. No obstante, se encontraron derivas en el eje "X" del módulo I que superan el valor de deriva 0.007. Además, frente a un sismo máximo, la estructura presentaría un nivel de pre-colapso en la dirección "X", lo cual indica la necesidad de un refuerzo estructural en esa dirección. El análisis no lineal estático demostró que la estructura exhibe un comportamiento dúctil y cumple con los objetivos de desempeño establecidos por el SEAOC para el nivel de amenaza sísmica considerado”

Moreno (2021), planteó como objetivo principal: “Evaluar el comportamiento sísmico de una estructura de concreto armado con disipadores de fluido viscoso”. Para cumplir con el objetivo: “Aplicó el análisis no lineal estático considerando las propiedades inelásticas de los elementos estructurales y de los disipadores en un hospital ubicado en Moquegua Comparó el nivel de desempeño de la estructura con y sin disipadores, usando los criterios del SEAOC VISION 2000. Los resultados de la investigación muestran que los disipadores de fluido viscoso son efectivos para reducir las derivas y la demanda de energía en la estructura, logrando un nivel de desempeño “resguardo de vida” frente a sismos severos, mientras que la estructura sin disipadores alcanza un nivel de desempeño “Cercano al colapso”.

A continuación, se proporciona una explicación de las teorías, términos y conceptos relevantes que se utilizarán en este proyecto:

### **Viviendas de albañilería confinada.**

Son construcciones con muros sismorresistentes elaborados a partir de unidades de albañilería de arcilla o concreto según el artículo 16.3 de la E.030 (pág. 19).

Inga y Ortiz (2019), este sistema es popular en Perú, especialmente para construcciones de bajo costo y de baja altura. La albañilería confinada implica que los muros de mampostería (ladrillo o bloque de concreto) están "confinados" por elementos de concreto armado, como columnas y vigas, para mejorar su resistencia sísmica (pág. 12).

### **Variabilidad del material.**

Halder et al. (2021), variabilidad del material se refiere a la incertidumbre debido a las fluctuaciones en los tipos de materiales utilizados y la calidad de su aplicación en el proceso de construcción (pág. 15).

### **La resistencia a compresión y el módulo de elasticidad.**

Son dos propiedades mecánicas fundamentales en el comportamiento de elementos sometidos a cargas axiales y flexión, como el ladrillo y el concreto, estas propiedades se determinan mediante ensayos normalizados de acuerdo con la NTP 399.600 y NTP 399.602, RNE-E.070, RNE-E060.

### **Densidad de muros.**

Halder et al. (2021), define como la proporción entre el área total de los muros y el área bruta de la planta de un edificio. Esta característica desempeña un papel crucial en la rigidez y resistencia lateral de las construcciones ante las fuerzas sísmicas, los edificios con mayor densidad de muros presentan mayor capacidad sísmica y menor probabilidad de sufrir daños severos o colapso (pág. 12).

### **Muros portantes.**

Los muros deben tener una longitud superior a 1.20m para ser considerados muros portantes que contribuyan a la resistencia de fuerzas horizontales de manera efectiva según el artículo 57 de la E.070 (pág. 50).

## Tipo de suelo.

### - Perfil tipo S3.

Son suelos que tienen una baja rigidez y una velocidad de propagación de ondas de corte ( $\bar{V}_s$ ) igual o inferior a 180 m/s. Según el artículo 12.1.4 de la E.030 (pág. 14).

## Niveles de amenaza sísmica.

**Tabla 1. Niveles de intensidad sísmica de acuerdo al ASCE 41-17.**

Evento	Factor de amplificación	Intervalo de recurrencia	Periodo de retorno
Muy raro	1.25 veces el sismo de diseño	1000	970
Máximo	1.5 veces el sismo de diseño	2500	2470
Raro	1 vez el sismo de diseño	500	475
Ocasional	0.5 veces el sismo de diseño	100	72

Fuente: ASCE 41-17.

**Tabla 2. Factores de amplificación sísmica – ASCE 41-17.**

Factor de amplificación	Tipo de estructura	Evento	Intervalo
1.5	HOSPITAL	MÁXIMO	2500
1.3	ESTADIO	MUY RARO	1000
1	CASA	RARO	475

Fuente: ASCE 41-17.

Para esta investigación se utilizó el factor de amplificación  $R=1$  para el sismo de diseño raro con un intervalo de recurrencia de 475 años.

## Análisis no lineal estático.

### - Generalidades.

Permite representar las cargas sísmicas mediante un conjunto de fuerzas que actúan en el centro de masas de cada nivel de la edificación, este proceso se aplica para estructuras de albañilería confinada no mayores a 15 metros de altura según el artículo 28.1.2 de la E030 (pág. 26).

- **Periodo fundamental.**

El valor de CT es 60 para a las estructuras construidas con albañilería confinada según el artículo 28.4.1 de la E030 y calculadas mediante la siguiente expresión (pág. 26-27).

$$T = \frac{hn}{CT}$$

- **Estimación de peso de las estructuras.**

En la estimación del peso de las edificaciones de categoría C, se considerará el 100 % de la carga muerta y el 25 % de la carga viva, de acuerdo con el artículo 26 de la norma E030 (pág. 25).

- **Fuerza cortante basal y mínima en la base.**

La expresión  $V = \frac{Z*U*C*S}{R} * P$  se utiliza para calcular la fuerza cortante total en la base de la estructura en la dirección específica considerada según el artículo 28.2.1 de la E030, para los valores de C/R no deben ser considerados mayor al 0.11 de acuerdo al artículo 28.2.2 de la E030 (pág. 26).

- **Punto de desempeño sísmico.**

Correa (2019), se determina mediante la intersección del espectro de demanda sísmica y la curva de capacidad estructural. Este punto indica el desplazamiento máximo de la edificación y se calcula utilizando el método de Análisis Estático No Lineal propuesto por el ASCE 41-13. (pág. 13).

- **Curva de capacidad push-over.**

Guillen Llancari (2021), el método push-over es un análisis estático no lineal que evalúa el comportamiento inelástico de las estructuras ante cargas sísmicas. (pág. 15).

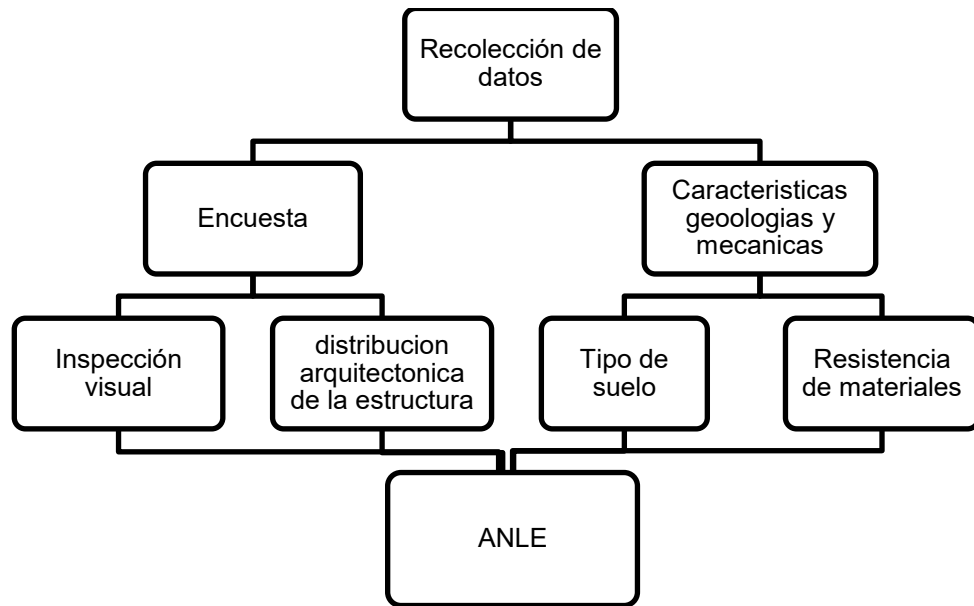


Figura 1. Proceso seguido para el análisis no lineal estático.

Fuente: Elaboración propia.

### Curvas de fragilidad

Sáenz (2019), las curvas de fragilidad permiten evaluar la vulnerabilidad sísmica, tomando en cuenta factores como, las características estructurales, las propiedades mecánicas de los materiales, el tipo de suelo y los indicadores de intensidad sísmica correspondientes a la zona de estudio (pág. 21).

Tala (2019), las curvas de fragilidad como gráficas que representan la función de distribución acumulada de la probabilidad de alcanzar o exceder un estado de daño límite específico en respuesta a una acción sísmica. (pág. 75).

#### - Estados de daño

los umbrales de los estados de daño se determinan utilizando los espectros de capacidad para determinar los desplazamientos medianos: Suponiendo los siguientes estados de daño: 0 ninguno, 1 leve, 2 moderado, 3 extenso y 4 completo según el artículo 4.3.3 de la RISK-UE (pág. 68).

Tabla 3. estados de daño según la RISK-UE (2003).

Estados de daño		Umbrales
DS1	Leve	$\bar{S}_d 1 = 0.70D_y$
DS2	Moderado	$\bar{S}_d 2 = D_y$

DS3	Severo	$\bar{Sd} 3 = Dy + 0.25(Du - Dy)$
DS4	Completo	$\bar{Sd} 4 = Du$

Fuente: RISK-Unión Europea

### Relación entre fragilidad y vulnerabilidad sísmica

Arevalo Casas (2020), la fragilidad representa la probabilidad de alcanzar un estado de daño crítico en función del nivel de amenaza o riesgo, constituyendo así un indicador cuantitativo de la vulnerabilidad (pág. 10). La fragilidad y la vulnerabilidad sísmica están estrechamente relacionadas, por ello evaluar la fragilidad de una estructura determina su vulnerabilidad ante un sismo, ya que una estructura frágil tiene una mayor probabilidad de sufrir daños significativos.

### Curvas de fragilidad analíticas

Lopez y Rodriguez (2018), Cuando no hay datos de campo disponibles para el estudio o suficientes resultados experimentales, estas funciones de fragilidad son particularmente ventajosas. (pág. 14). Los modelos matemáticos se utilizan para crear curvas de fragilidad analíticas que muestran el comportamiento esperado de una estructura ante sollicitaciones sísmicas, estos modelos toman en cuenta todas las variables pertinentes que pueden afectar el funcionamiento mecánico de un edificio.

### Nivel de desempeño.

Calvo y Chavez (2018), el nivel de desempeño de una edificación se define como el grado de daño que puede presentar. (pág. 35).

**Tabla 4. Niveles de desempeño según SEAOC VISION 2000.**

Estados de daño	Niveles de desempeño	Características
Despreciable	Totalmente operacional	Sin daño estructural
Ligero	Operacional	Daño muy reducido
Moderado	Resguardo de vida	Daño estructural y no estructural moderado
Severo	Cercano al colapso	Daños importantes y extendidos
Completo	Colapso	Problemas de inestabilidad estructural

Fuente: SEAOC VISION 2000



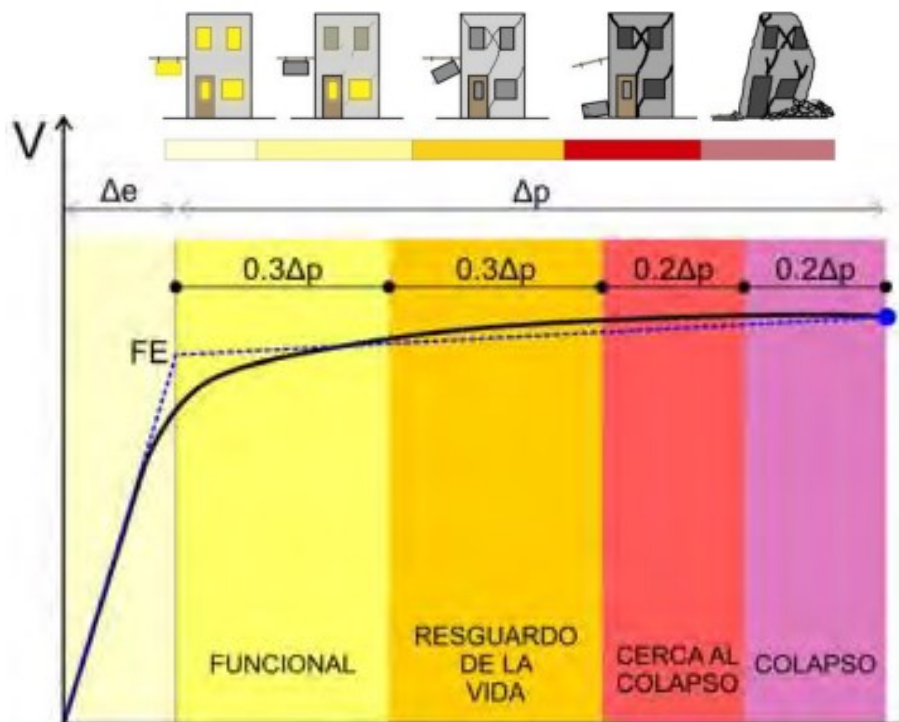


Figura 2. Niveles de desempeño representado en la curva de capacidad.

Fuente: SEAOC VISION 2000

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de la investigación.

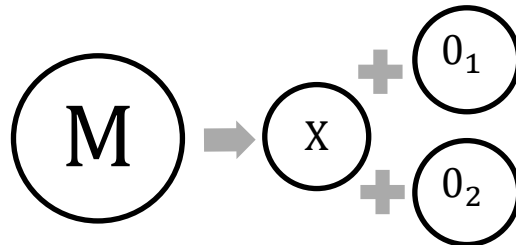
##### Tipo de investigación

La investigación es de enfoque cuantitativa y de tipo aplicada

##### Diseño de investigación

El diseño de investigación es no experimental, transversal de tipo descriptivo.

No experimental ➡ Transversal ➡ Descriptivo



M: Viviendas en el sector La Primavera-Huarmaca-Huancabamba-Piura.

X: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

O<sub>1</sub>: Análisis no lineal.

O<sub>2</sub>: Elaboración de curvas de fragilidad.

#### 3.2 Variables y operacionalización.

**Variable independiente:** Variabilidad del material

**Variable dependiente:** Vulnerabilidad sísmica

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.**

#### **Población**

Se constituye se constituye por el número de viviendas de albañilería confinada del sector La primavera del Distrito de Huarmaca, Huancabamba, Piura.

- **Criterios de inclusión**
  - Viviendas en el sector La Primavera.
- **Criterios de exclusión.**
  - Viviendas en proceso de construcción.
  - Edificaciones de categoría A y B.
  - Viviendas mayores a 3 niveles.

#### **Muestra**

Se tomó en cuenta las viviendas de albañilería confinada de uno y dos pisos ubicadas en el sector de La Primavera-Huarmaca, Huancabamba, Piura, como el conjunto representativo para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica utilizando curvas de fragilidad.

#### **Muestreo**

El muestreo se ha realizado por conveniencia. La selección de las viviendas para la encuesta no se basa en un cálculo del tamaño de la población, sino que depende exclusivamente del número total de viviendas de albañilería confinada de uno y dos niveles que permitan clasificar las tipologías constructivas en el sector La Primavera, Huarmaca. El objetivo de esta selección es la evaluación de la vulnerabilidad sísmica a través de la creación de curvas de fragilidad.

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

#### **Métodos de Investigación de Campo**

Estos son los instrumentos que se emplean en la investigación para obtener datos y observaciones directamente desde el sitio de estudio. Esta estrategia permite recolectar y documentar la información necesaria para el proyecto, por

ejemplo: formatos de encuestas, registros de laboratorio, literatura especializada y normativas técnicas.

### **Estrategias de Análisis en Gabinete**

Estas permiten procesar e interpretar la información recolectada en el campo. Incluyen resultados de encuestas, programas de diseño estructural en versión académica, normativas y manuales nacionales e internacionales, fichas bibliográficas y resultados de laboratorio.

### **Procedimiento de Recolección de Datos**

Se adoptará un enfoque proactivo, lo que implica que se implementará de acuerdo con los criterios del evaluador y se ajustará en tiempo real para alcanzar los objetivos propuestos. Para conseguirlo, se utilizará la encuesta como herramienta principal de recolección de datos, complementada con fichas de evaluación que permitirán reunir la información requerida. Este procedimiento facilitará la obtención de detalles sobre las características de las viviendas de albañilería confinada.

### **Fiabilidad y Validez**

Para garantizar la validez de la investigación, es esencial evaluar con precisión y consistencia los resultados obtenidos. En este caso, se puede considerar que la fiabilidad es alta debido al uso de una metodología estandarizada previamente empleada en múltiples estudios, la cual ha demostrado su eficacia en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica. No obstante, resulta crucial tener en cuenta información precisa y actualizada acerca de las características del suelo y la zona sísmica de la zona de estudio.

### 3.5 Procedimientos

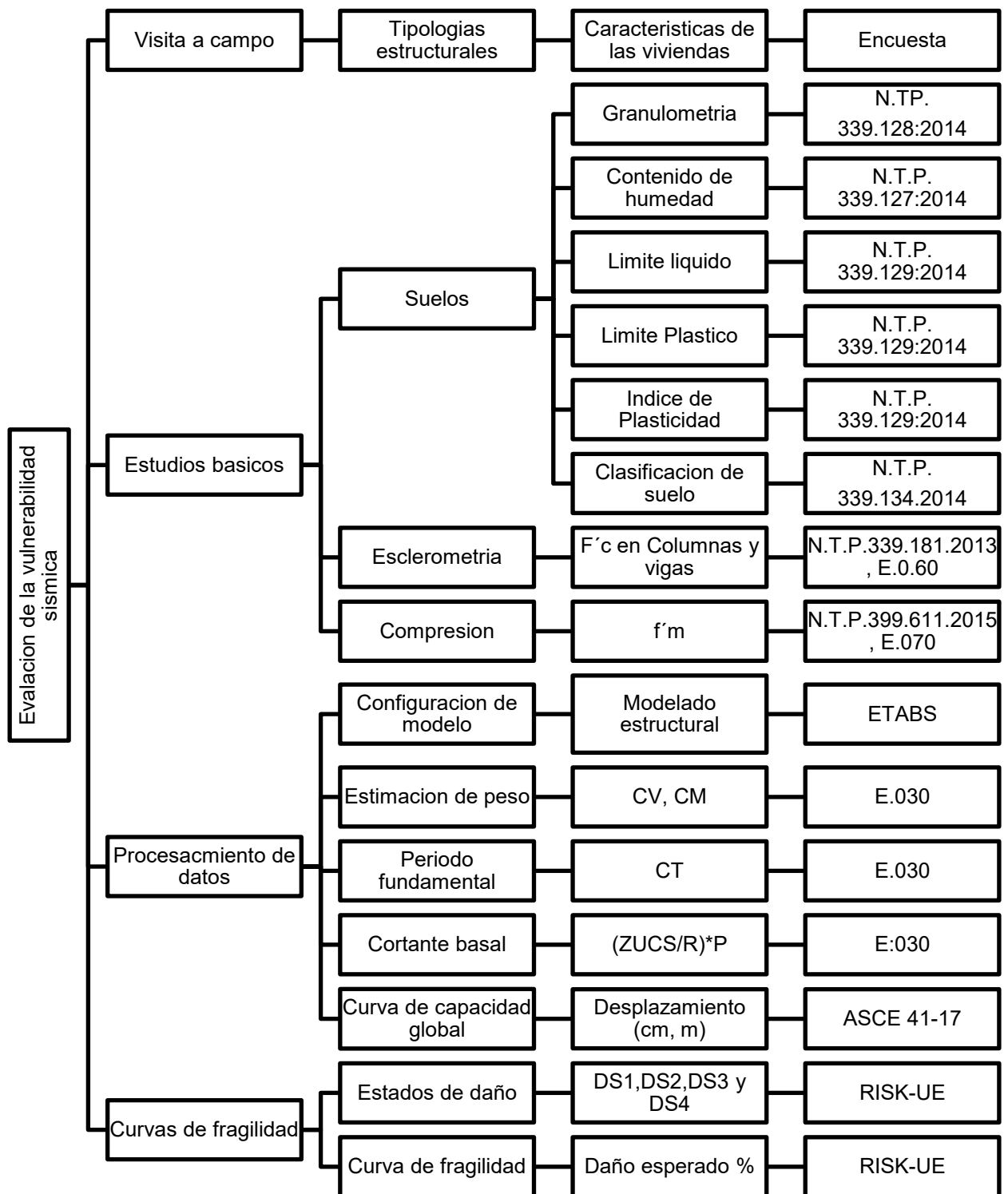


Figura 3. Procedimiento del desarrollo de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6 Métodos de análisis de datos.

El objetivo principal del análisis de datos consiste en transformar los datos en información relevante que permita tomar decisiones precisas. Para esto se requiere la utilización de una variedad de herramientas y métodos especializados, entre los que se destacan las estadísticas descriptivas, los modelos matemáticos, las técnicas de representación gráfica de datos, y otros enfoques que se ajusten a las demandas particulares del análisis en cuestión.

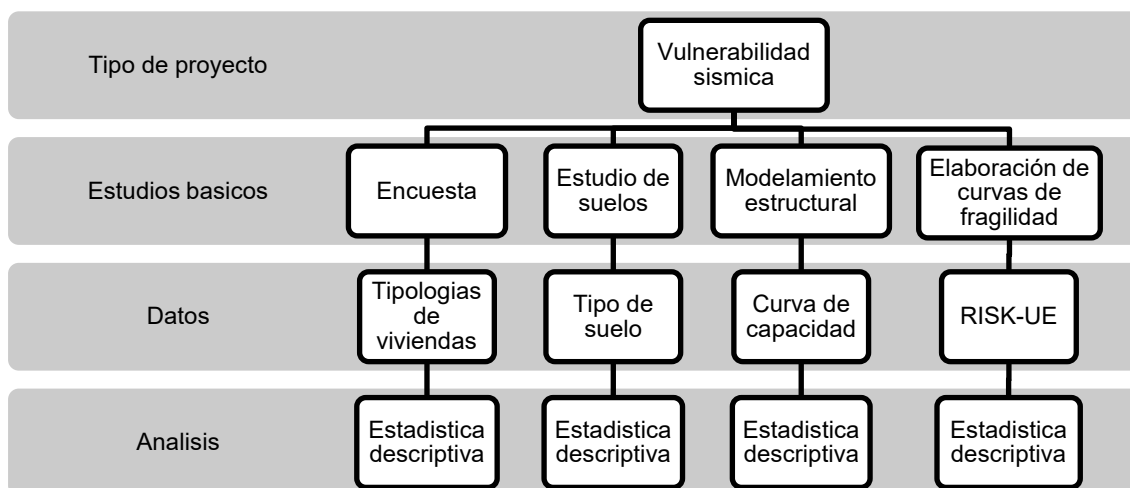


Figura 4. Procesamiento de análisis de datos.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.7. Aspectos éticos

Los aspectos éticos se refieren a los principios que deben guiar el desarrollo de la investigación, estos aspectos son:

Tabla 5. Aspectos éticos seguidos para la investigación.

Beneficencia	No maleficencia	Autonomía	Justicia
El estudio analiza la respuesta sísmica de viviendas de albañilería confinada de uno y dos pisos del Sector La Primavera mediante curvas de fragilidad.	El proceso de recopilación de datos en campo respeta la privacidad y obtiene el consentimiento del propietario sin causar malestar	Es importante que como investigador respete la independencia y derechos de los dueños de las casas, informándoles y obteniendo su consentimiento para el estudio.	Como investigador, debo garantizar la equidad en los beneficios y responsabilidades del estudio, evitando cualquier forma de discriminación en la selección de participantes.

Fuente: Elaboración propia.

#### IV. RESULTADOS

##### OE1: Caracterizar las tipologías de viviendas, tomadas de la muestra de viviendas de albañilería confinada.

A partir de la selección examinada, que comprende 15 viviendas de albañilería confinada de uno y dos niveles, se lograron diferenciar 4 tipologías representativas.

**Tabla 6. Selección de tipologías de viviendas de albañilería confinada.**

Viviendas N°	Número de plantas (Und)	Área construida (m <sup>2</sup> )	Densidad de muros (%)		Grupo
			(x)	(y)	
1	1	20	0.048	0.06	
2	1	20	0.048	0.06	Grupo I (1P)
3	1	60	0.013	0.062	
4	1	90	0.008	0.059	Grupo II (1P)
5	1	104	0.018	0.056	
6	2	56	0.008	0.046	
7	2	57	0.014	0.052	
8	2	66	0.011	0.047	
9	2	80	0.016	0.032	Grupo II (2P)
10	2	91	0.013	0.048	
11	2	97	0.008	0.045	
12	2	104	0.014	0.042	
13	1	128	0.015	0.054	
14	1	150	0.014	0.037	Grupo III (1P)
15	1	200	0.013	0.040	

Fuente: Elaboración propia.

Se identificaron 7 modelos de viviendas de un solo nivel y 8 modelos de dos niveles. Las propiedades fueron categorizadas en tres grupos distintos en función de su superficie construida, la cantidad de niveles y su densidad de muros: el Grupo I engloba las viviendas que cuentan con una superficie inferior a 55 m<sup>2</sup>, el Grupo II comprende las viviendas cuya superficie se encuentra entre 55 y 112 m<sup>2</sup>, mientras que el Grupo III incorpora a aquellas viviendas cuya área construida supera los 112 m<sup>2</sup>.

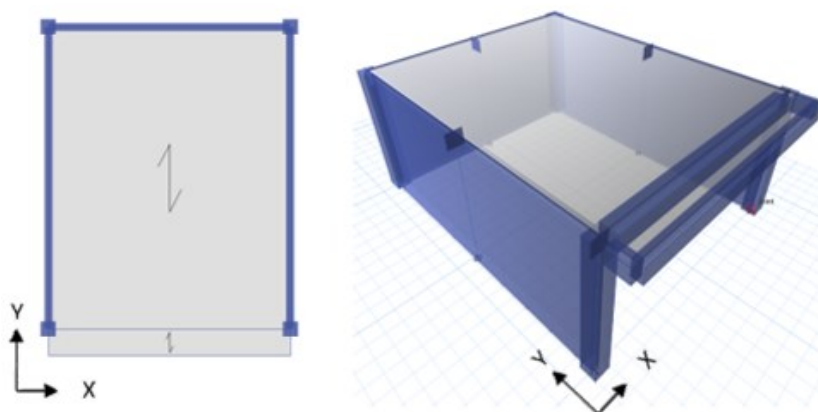
**Tabla 7. Parámetros de las tipologías representativas.**

Grupo	Densidad de muros (%)				Densidad de muro de la vivienda seleccionada (%)	
	Media	Desv.	Media	Desv.	Dirección	Dirección
	"X"	Estándar	"Y"	Estándar	"X"	"Y"
Grupo I (1P)	0.048	0	0.06	0	0.048	0.06
Grupo II (1P)	0.013	0.005	0.059	0.003	0.013	0.062
Grupo II (2P)	0.012	0.003	0.045	0.006	0.011	0.047
Grupo III (1P)	0.014	0.001	0.043	0.009	0.014	0.037

Fuente: Elaboración propia.

La selección de las viviendas se realizó en base a su número de niveles y a la media de la densidad de muros de cada modelo.

En base a la identificación de las tipologías representativas de viviendas de albañilería confinada, se llevó a cabo la modelación de las estructuras utilizando los datos recopilados en el campo mediante una ficha de encuesta (**Anexo 3**). A continuación, se presentan los 4 modelos tipológicos con vista en planta y en 3D.



*Figura 5. Vista en planta y 3D, tipología GI(1P) – ETABS.*

Fuente: Elaboración propia.



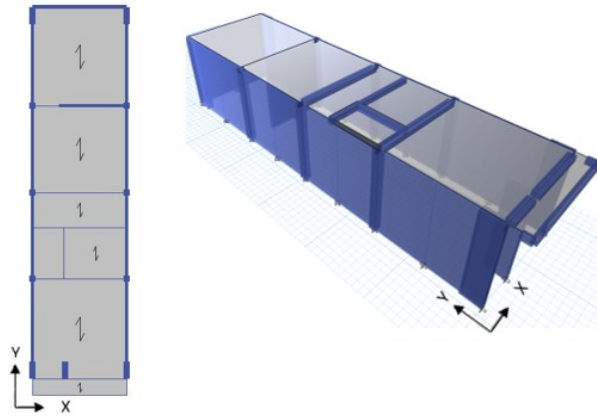


Figura 6. Vista en planta y 3D, tipología GII(1P) – ETABS.

Fuente: Elaboración propia.

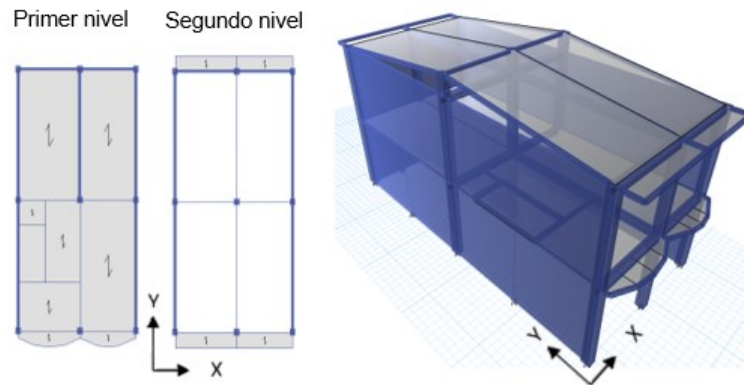


Figura 7. Vista en planta y 3D, tipología GII(2P) – ETABS.

Fuente: Elaboración propia.

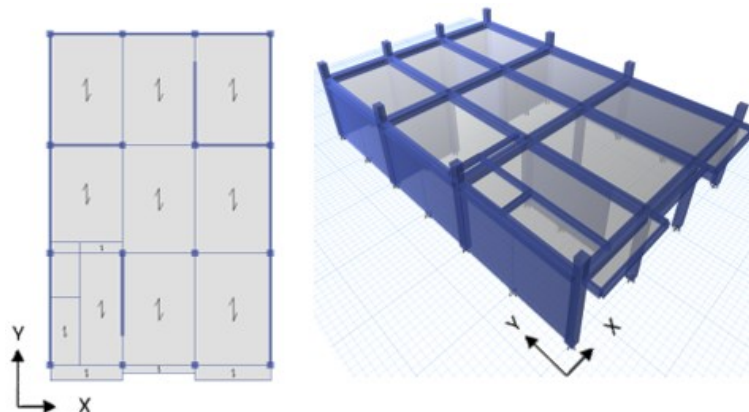


Figura 8. Vista en planta y 3D, tipología GIII(1P) – ETABS.

Fuente: Elaboración propia.

**OE2: Analizar la variabilidad del material de las viviendas de albañilería confinada.**

Se llevaron a cabo ensayos no destructivos en columnas y vigas, así como pruebas de compresión axial en unidades de albañilería, con el objetivo de obtener la variabilidad de la resistencia del concreto y las unidades de ladrillos utilizados en la construcción de las viviendas de albañilería confinada en el sector La Primavera, Huarmaca.

**Tabla 8. Resultados del ensayo por esclerometría.**

Viviendas N°	Media f'c		Media		Grupo
	columnas (Kg/cm <sup>2</sup> )	vigas (Kg/cm <sup>2</sup> )	Columnas (Kg/cm <sup>2</sup> )	Vigas (Kg/cm <sup>2</sup> )	
1	197.69	190.11	197.32	195.81	Grupo I (1P)
2	196.94	201.52			
3	201.10	217.66			
4	194.71	201.51	198.09	205.11	Grupo II (1P)
5	198.47	196.17	207.68	207.49	Grupo II (2P)
6	205.08	209.24			
7	203.04	199.99			
8	192.38	198.47			
9	198.47	196.17			
10	217.46	215.35	215.01	215.43	Grupo III (1P)
11	230.43	225.51			
12	206.88	207.67			
13	217.67	226.34			
14	210.33	206.15			
15	217.02	213.80			

Fuente: Elaboración propia.

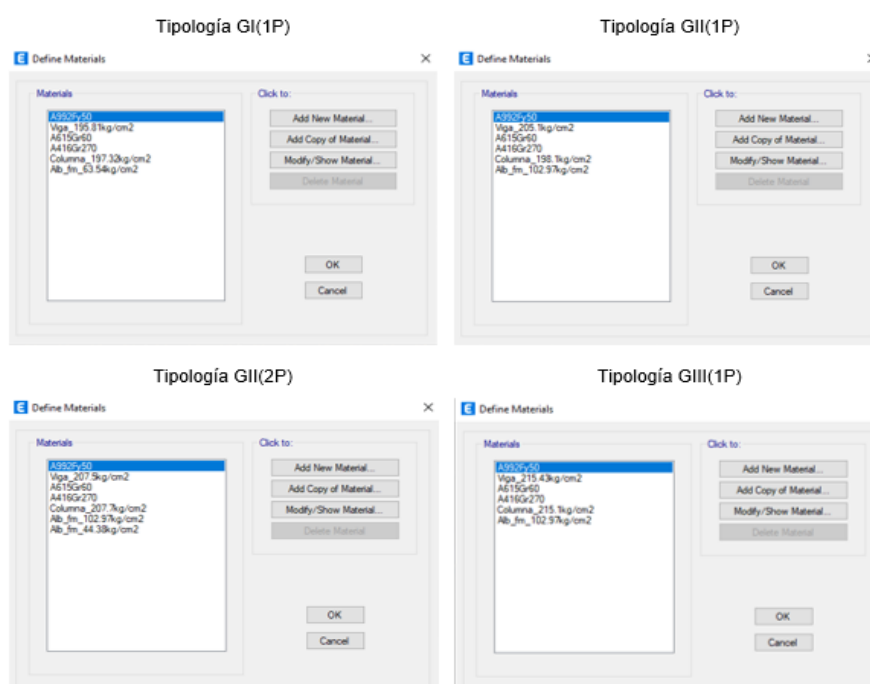
Se calculó la media de la resistencia a la compresión (f'c) de los ensayos realizados, cada media corresponde al grupo de viviendas seleccionado como representativo de la tipología elegida.

**Tabla 9. Media de f'm de la unidad de albañilería.**

Albañilería	Valores medios (f'm) (E.070) - kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de elasticidad (Em)
Ladrillo 18 huecos (8 especímenes)	103.14	51570
ladrillo pandereta (8 especímenes)	42.18	21090
Ladrillo macizo (8 especímenes)	64.33	32165

Fuente: Elaboración propia.

Estos resultados se obtuvieron a partir de ensayos a compresión axial de tres tipos de ladrillo, cada uno con ocho especímenes.



*Figura 9. Asignación de materiales correspondientes a las tipologías.*

Fuente: Elaboración propia.

Los valores medios de resistencia a compresión se asignaron por separado a las unidades de albañilería y los elementos estructurales. Para el cálculo del módulo de elasticidad, las normas E.060 y E.070 proporcionan las siguientes expresiones: Para el concreto:  $E_c = 15000\sqrt{f'c}$ , para la albañilería:  $E_m = 500 f'm$ . Estas ecuaciones determinan los valores del módulo de elasticidad para el concreto y la albañilería, basándose en los valores de resistencia a compresión  $f'c$  y  $f'm$ .

### OE3. Construir las curvas de fragilidad de cada una de las tipologías.

Para cumplir con el objetivo planteado, se llevó a cabo la aplicación del proceso de análisis no lineal estático (ANLE) a las cuatro tipologías de vivienda, con el objetivo de obtener las curvas de capacidad para las direcciones XX y YY.

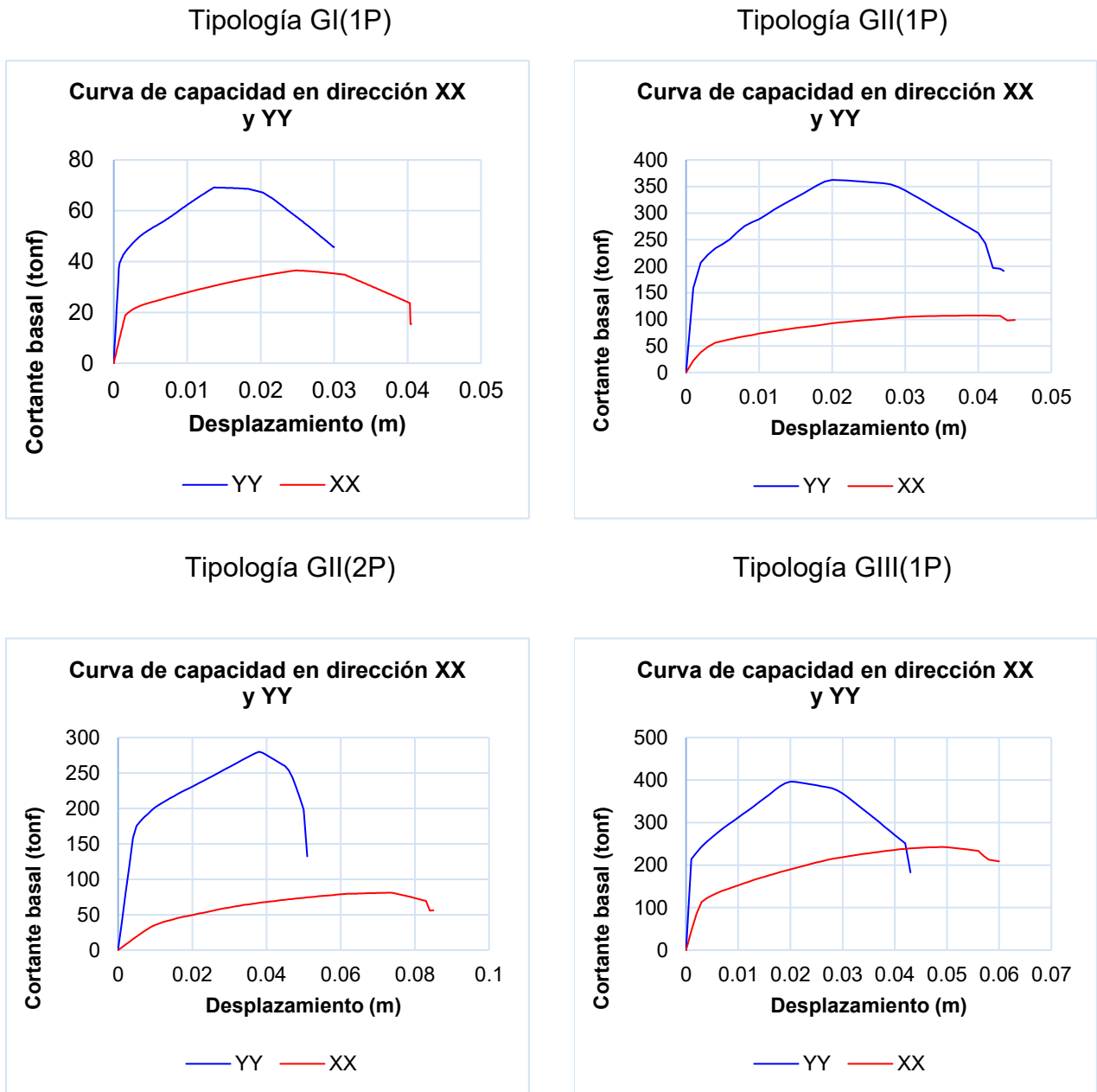


Figura 10. Curvas de capacidad obtenidas de las 4 tipologías de vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

Se utilizaron las curvas de capacidad como referencia para el diseño de las curvas trilineales que permitieron determinar los valores del punto de fluencia (DY) y el desplazamiento máximo último (DU) aplicando el principio de energía, este proceso se repitió en los cuatro modelos tipológicos de viviendas en las direcciones XX y YY.

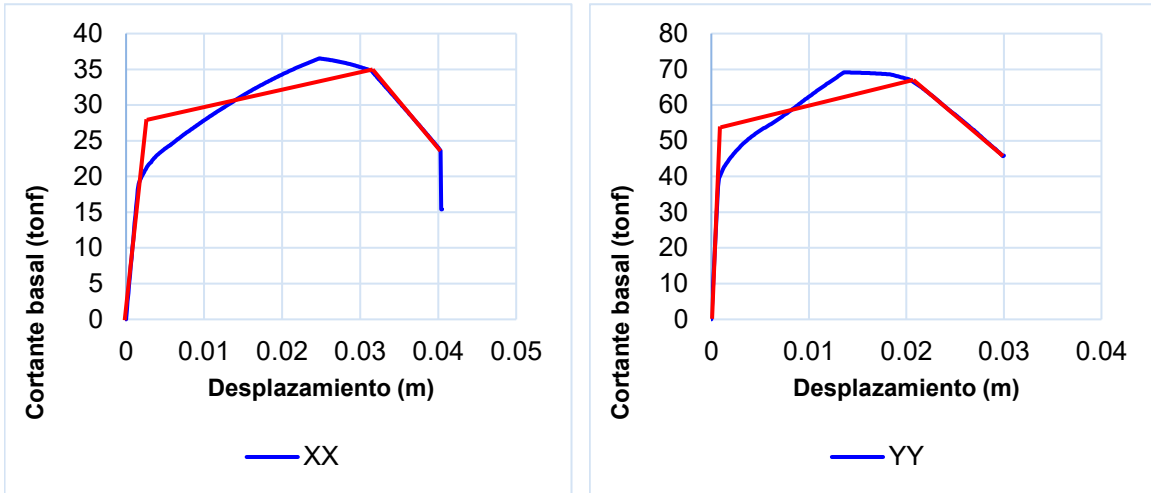


Figura 11. Curvas trilineales tipología GI(1P).

Fuente: Elaboración propia

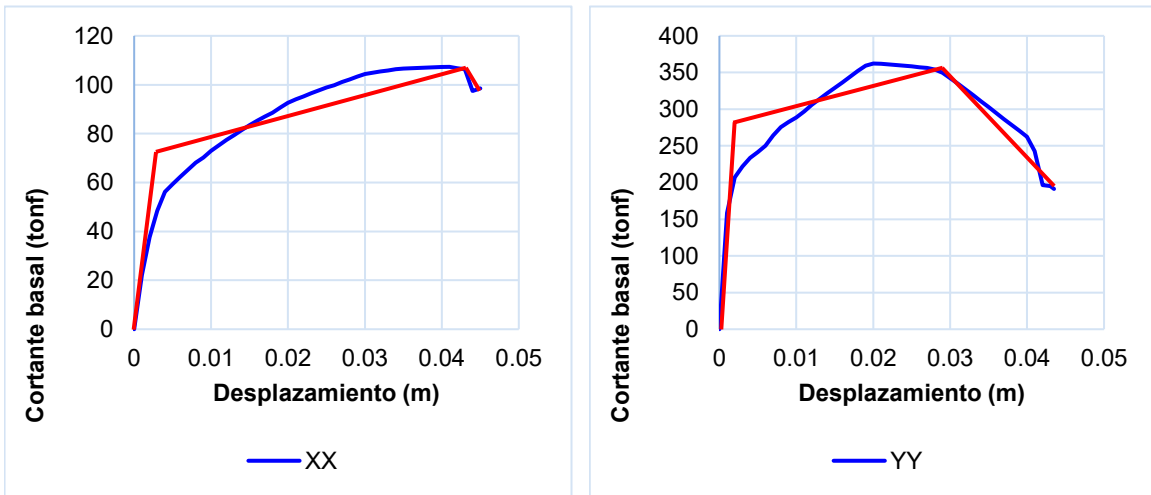


Figura 12. Curvas trilineales tipología GII(1P)

Fuente: Elaboración propia

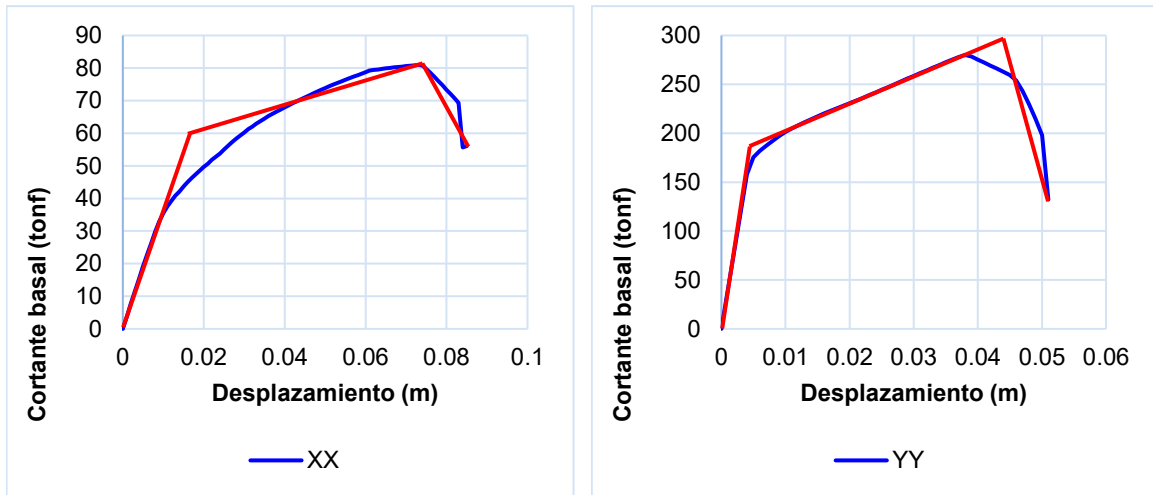


Figura 13. Curvas trilineales tipología GII(2P).

Fuente: Elaboración propia

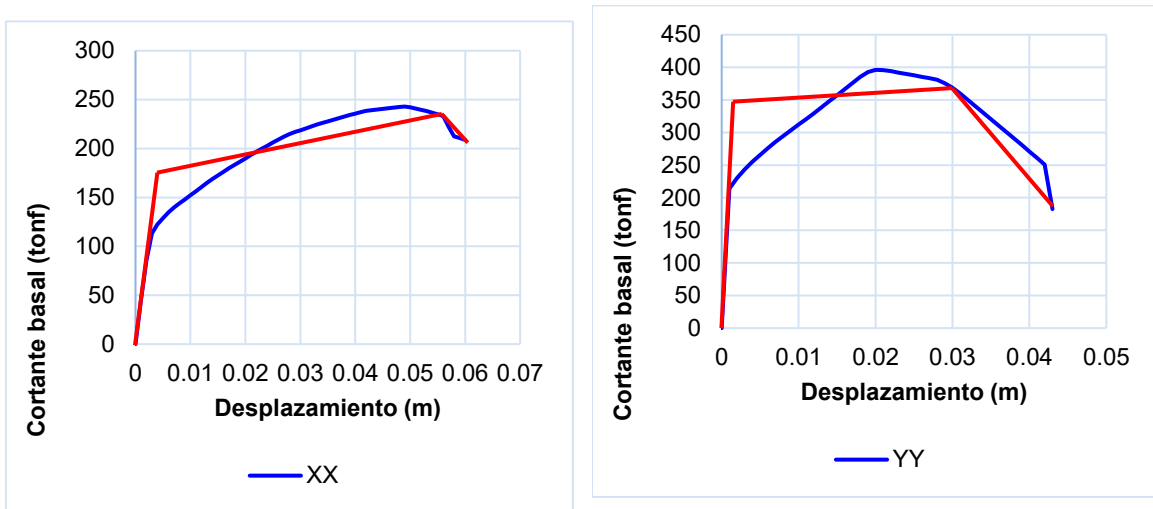


Figura 14. Curvas trilineales tipología GIII(1P).

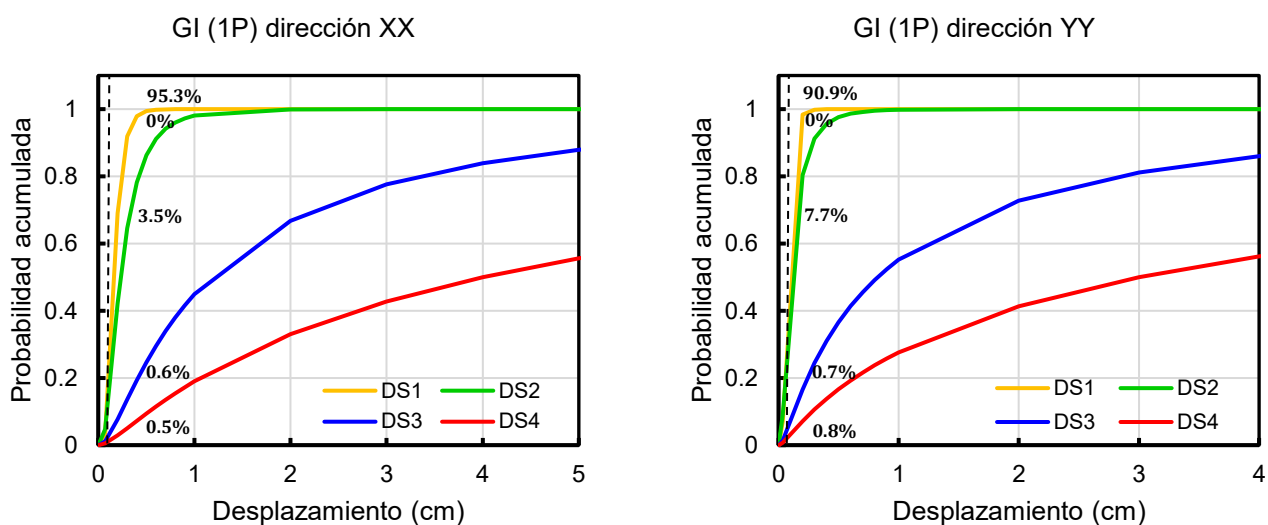
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se presentan los valores de DY y DU obtenidos a partir de las curvas trilineales, para posteriormente ser sustituidos en las fórmulas correspondientes a los 4 estados de daño establecidos por la Unión Europea, como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 10. Valores Dy, Du,  $\mu$  en (cm) para las 4 tipologías de viviendas.**

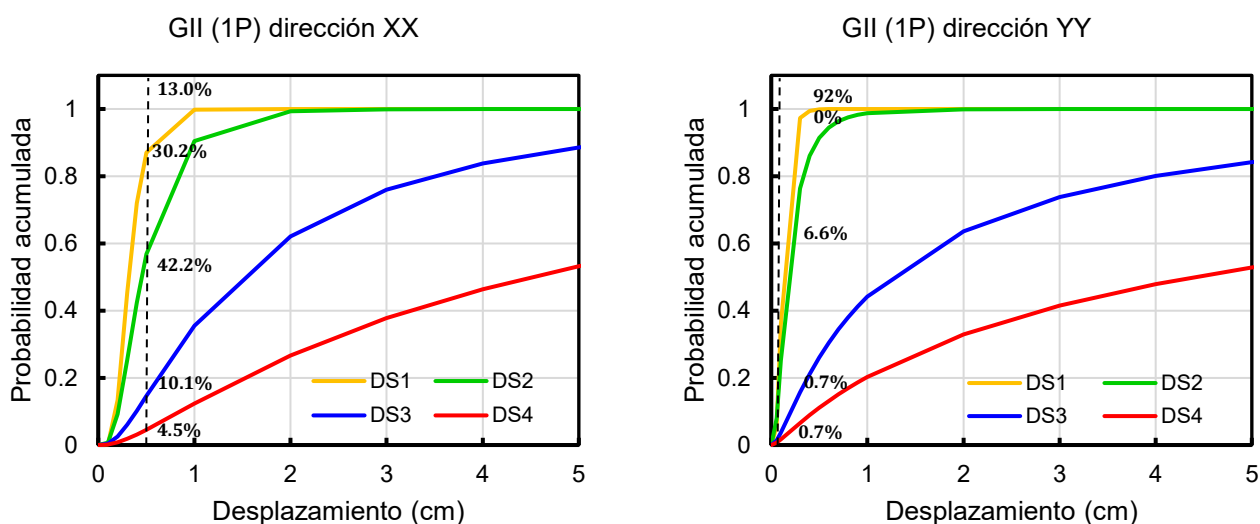
Tipología	Dirección XX			Dirección YY		
	Dy	Du	$\mu$	Dy	Du	$\mu$
GI(1P)	0.23	4	17.4	0.1	3	30
GII(1P)	0.68	6.2	9.12	0.16	4.4	27.5
GII(2P)	1.7	8.5	5	0.47	5.1	10.85
GIII(1P)	0.44	6	13.6	0.15	4.3	28.66

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 15. Curvas de fragilidad tipología GI(1P).*

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 16. Curvas de fragilidad tipología GII(1P).*

Fuente: Elaboración propia.

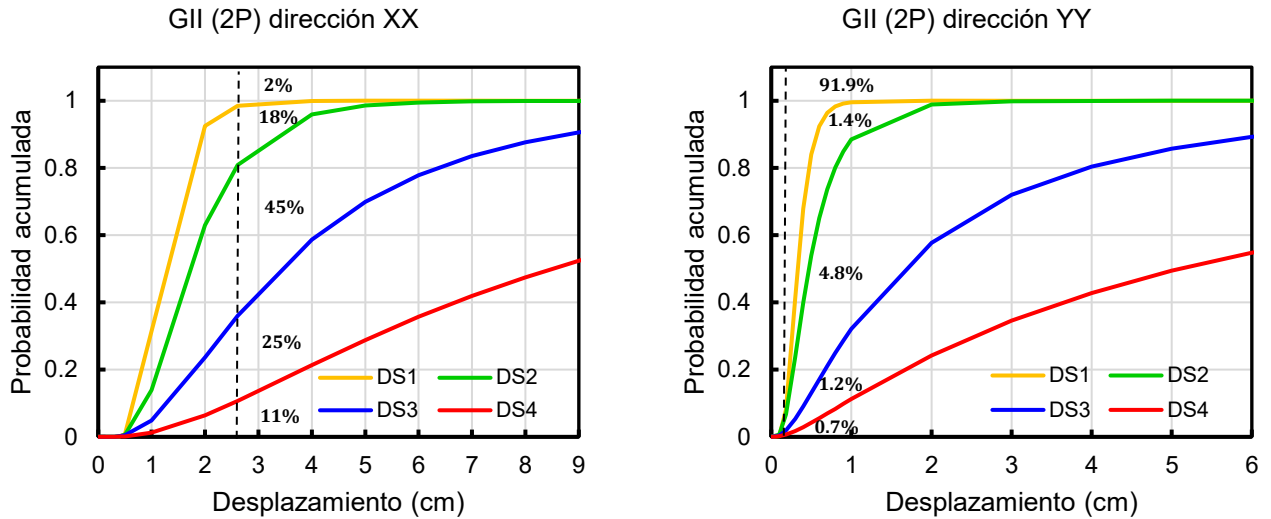


Figura 17. Curvas de fragilidad tipología GII(2P).

Fuente: Elaboración propia.

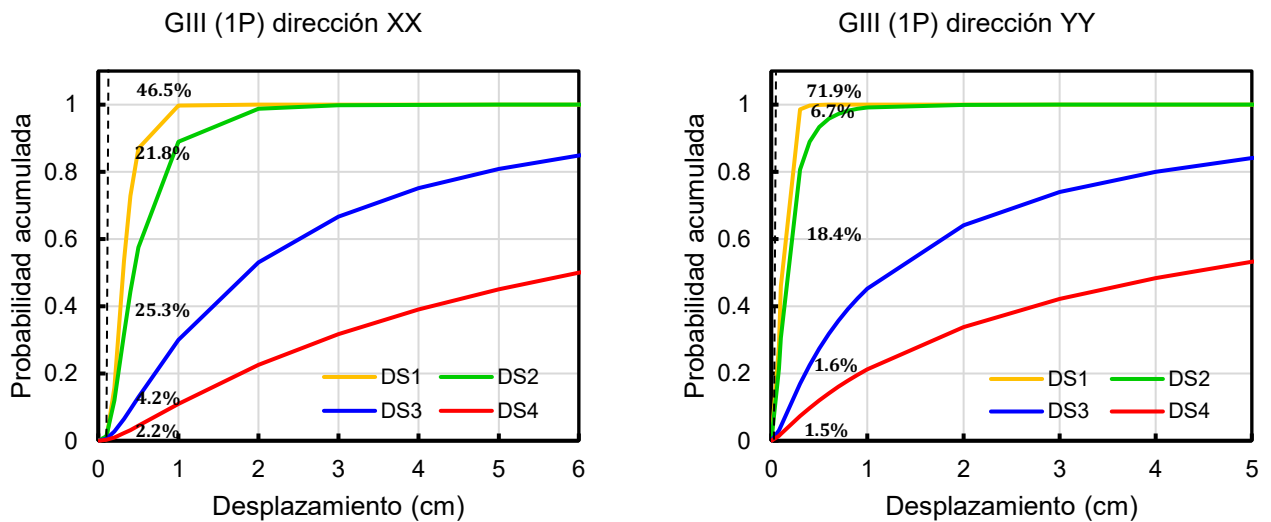


Figura 18. Curvas de fragilidad tipología GIII(1P).

Fuente: Elaboración propia.

**OE4: Evaluar la vulnerabilidad sísmica mediante el análisis de las curvas de fragilidad y el desempeño operacional de las tipologías.**

La evaluación de las curvas de fragilidad se realiza de manera independiente, para su análisis se ha tomado en cuenta la interpretación de las curvas de fragilidad, de acuerdo a lo planteado en el manual FEMA P58-1.

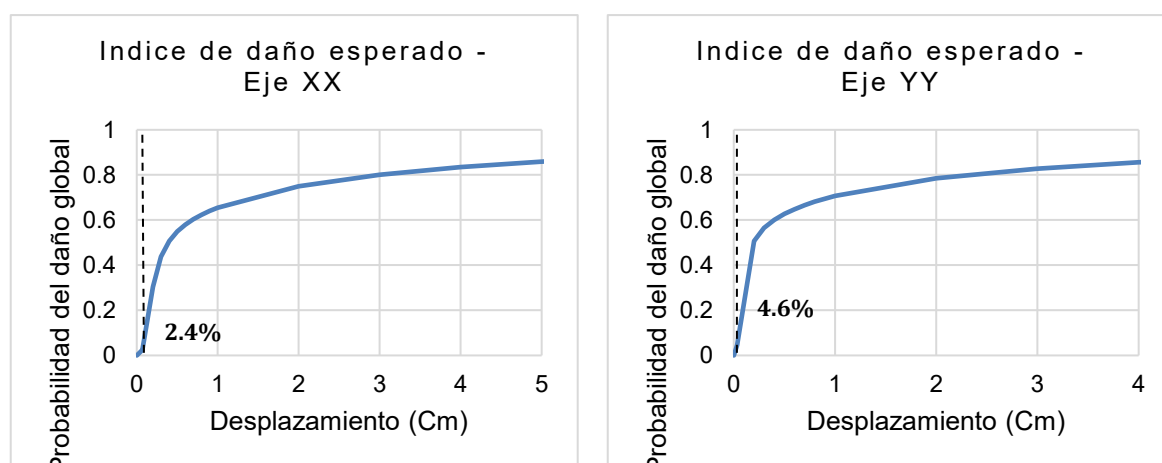


**Tabla 11. Resultados de la evaluación de las curvas de fragilidad.**

Tipología	Punto de desempeño	Eje	Sin daño	Daño leve	Daño moderado	Daño severo	Daño completo
GI(1P)	0.069 Cm	X	95.3 %	0 %	3.5 %	0.6 %	0.5 %
	0.033 Cm	Y	90.9%	0 %	7.7 %	0.7 %	0.8 %
GII(1P)	0.501 Cm	X	13.0%	30.2 %	42.2 %	10.1 %	4.5 %
	0.056 Cm	Y	92.0%	0 %	6.6 %	0.7 %	0.7 %
GII(2P)	2.606 Cm	X	1.5%	17.6 %	44.9 %	25.3 %	10.7 %
	0.183 Cm	Y	91.9%	1.4 %	4.8 %	1.2 %	0.7 %
GIII(1P)	0.315 Cm	X	46.5%	21.8 %	25.3 %	4.2 %	2.2 %
	0.079 Cm	Y	71.9%	6.7 %	18.4 %	1.6 %	1.5 %

Fuente: Elaboración propia.

Para cuantificar los niveles de deterioro frente a un evento sísmico, se desarrolló una gráfica que representa el Índice de Daño Esperado (ID), estos resultados encontrados se corroboraron empleando el cálculo de desempeño de acuerdo con SEAOC VISION 2000.



*Figura 19. Curva de vulnerabilidad tipología GI(1P).*

Fuente: Elaboración propia.

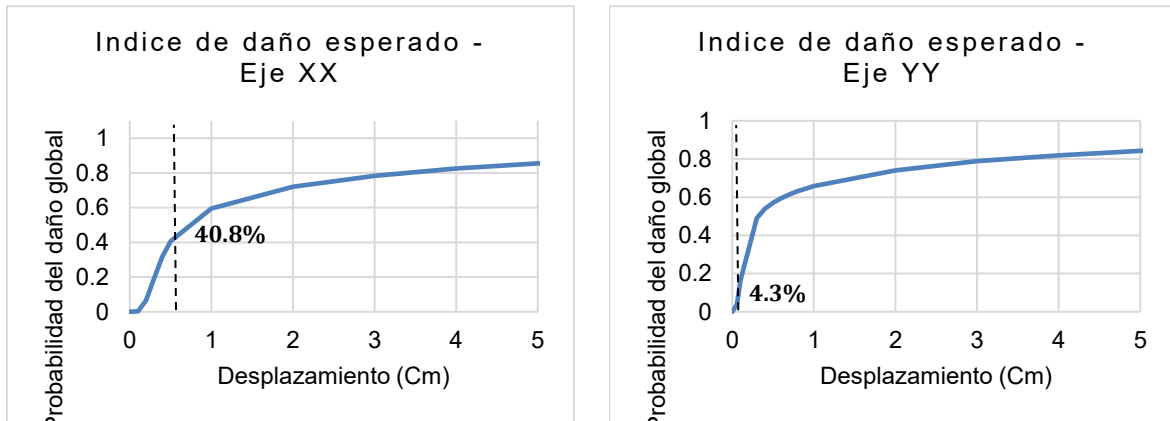


Figura 20. Curva de vulnerabilidad tipología GII(1P).

Fuente: Elaboración propia.

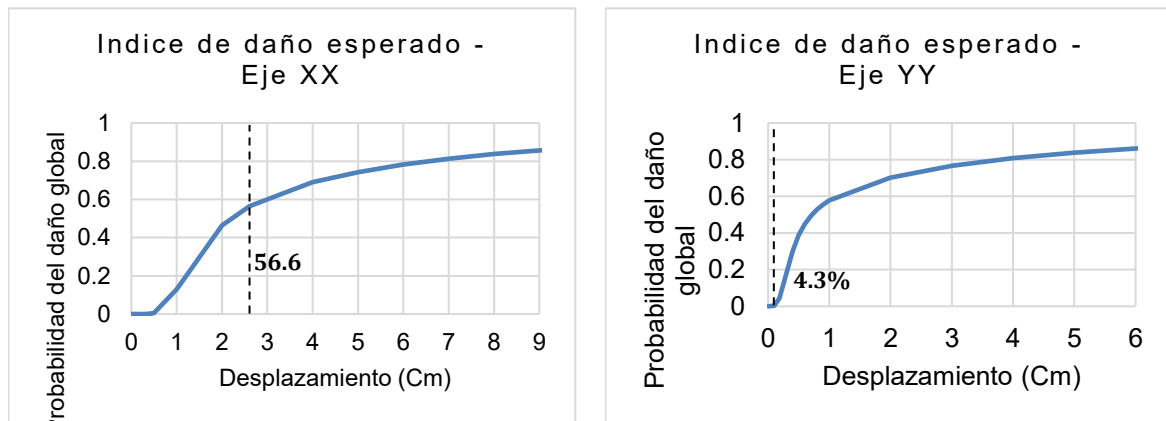


Figura 21. Curva de vulnerabilidad tipología GII(2P).

Fuente: Elaboración propia.

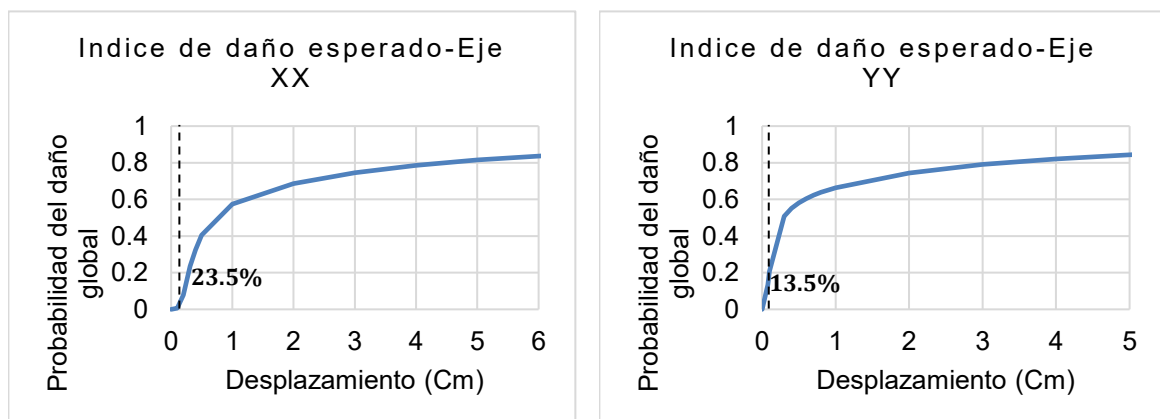


Figura 22. Curva de vulnerabilidad tipología GIII(1P).

Fuente: Elaboración propia.

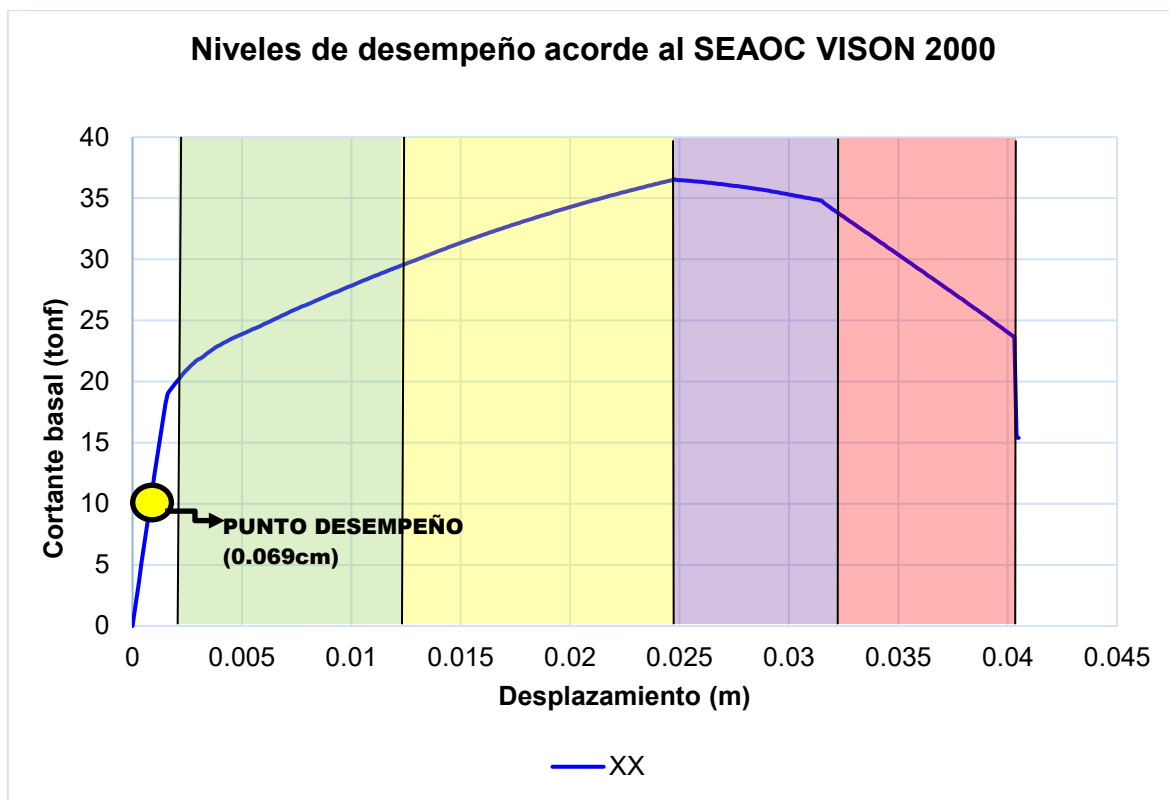


Figura 23. Niveles de desempeño estructural tipología GI(1P) – XX.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12. Valores asociados a cada etapa alcanzada – XX.**

Etapa	Desplazamiento (Cm)	Cortante (Tonf)
C. Operativo	0 - 0.23	20.61
Operativo	0.23 - 1.361	30.40
Resguardo de vida	1.361 - 2.492	36.49
Cerca al colapso	2.492 - 3.246	33.60
Colapso	3.246 - 4	15.39

Fuente: Elaboración propia.

En base al punto de desempeño de 0.069cm, se estima que la tipología de vivienda GI(1P) en la dirección XX mantendrá un estado de "completamente operativo", de acuerdo a lo planteado por el SEAOC VISION 2000 en la Figura 2

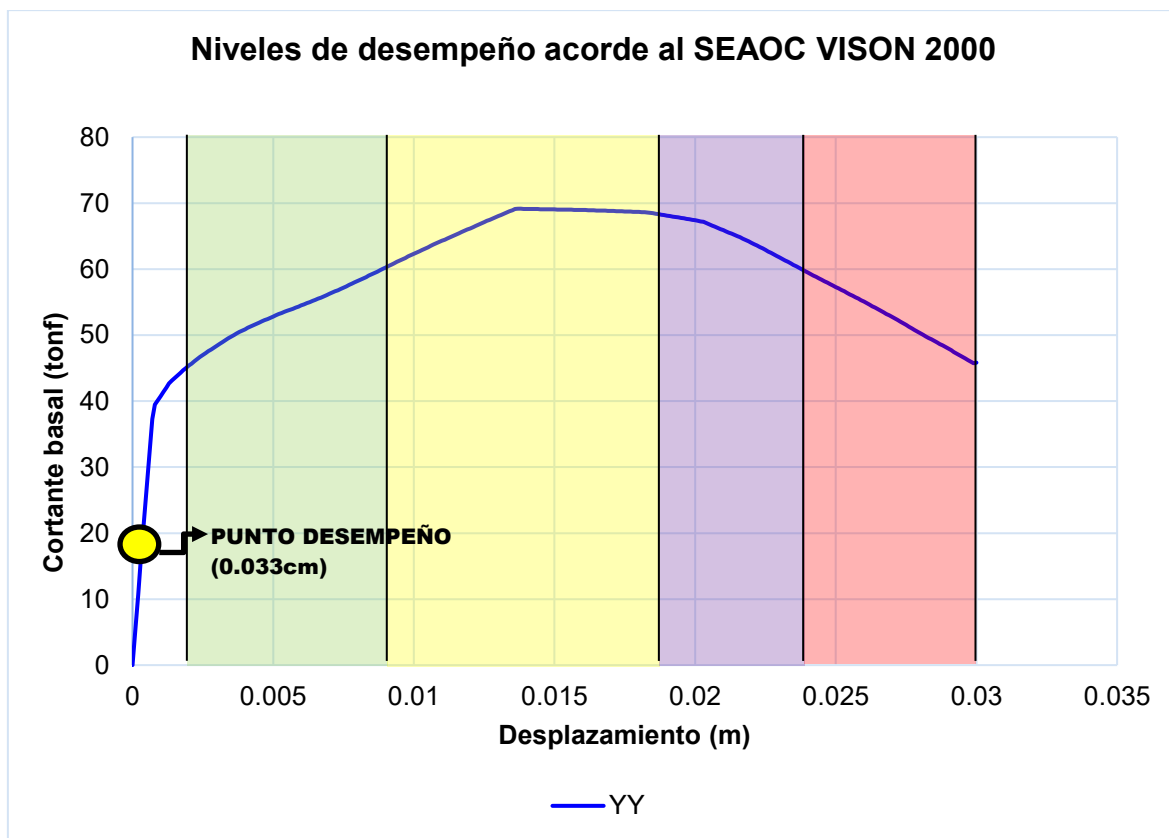


Figura 24. Niveles de desempeño estructural tipología GI(1P) – YY.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Valores asociados a cada etapa alcanzada – YY.

Etapa	Desplazamiento (Cm)	Cortante (Tonf)
C. Operativo	0 - 0.1	40.75
Operativo	0.1 - 0.97	61.71
Resguardo de vida	0.97 - 1.84	68.53
Cerca al colapso	1.84 - 2.42	59.01
Colapso	2.42 - 3	45.83

Fuente: Elaboración propia.

En base al punto de desempeño de 0.033cm, se estima que la tipología de vivienda GI(1P) en la dirección YY mantendrá un estado de "completamente operativo", de acuerdo a lo planteado por el SEAOC VISION 2000 en la Figura 2

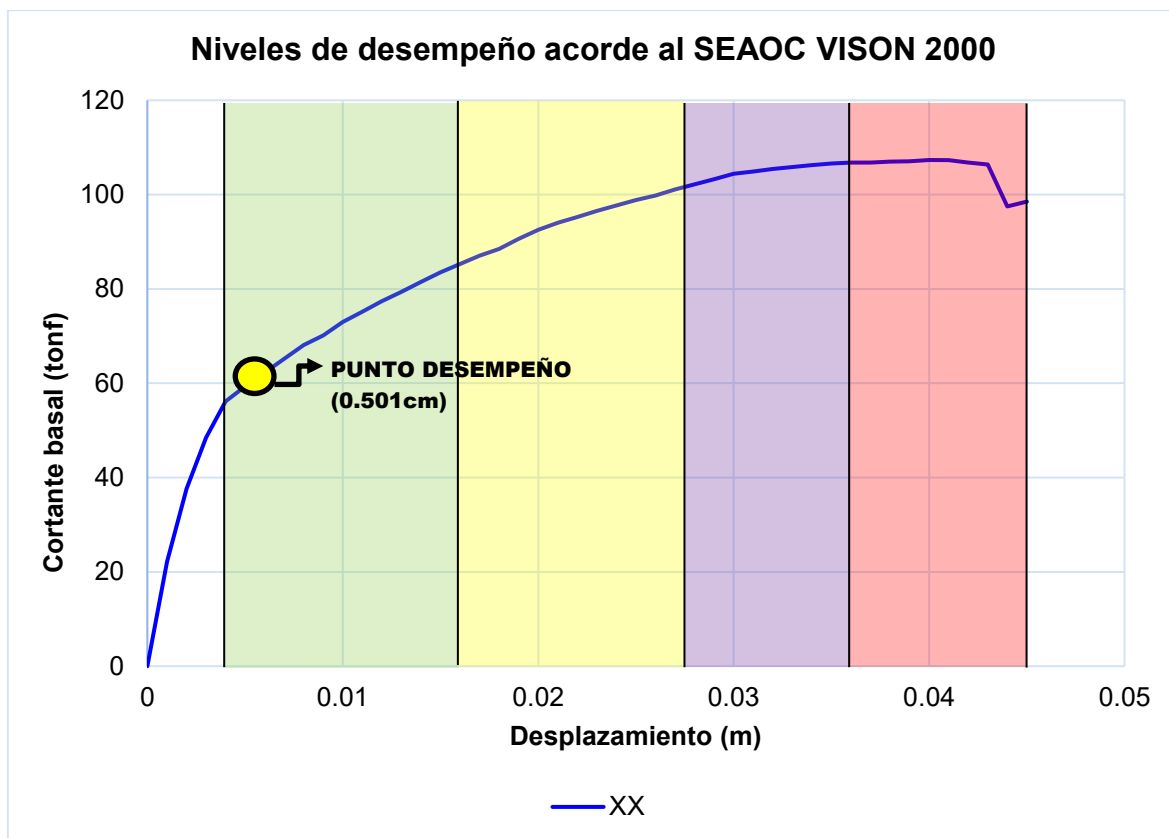


Figura 25. Niveles de desempeño estructural tipología GII(1P) – XX.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Valores asociados a cada etapa alcanzada – XX.

Etapa	Desplazamiento (Cm)	Cortante (Tonf)
C. Operativo	0 - 0.45	56.18
Operativo	0.45 - 1.66	85.28
Resguardo de vida	1.66 - 2.88	102.19
Cerca al colapso	2.88 - 3.69	106.79
Colapso	3.69 - 4.5	98.54

Fuente: Elaboración propia.

En base al punto de desempeño de 0.501cm, se estima que la tipología de vivienda GII(1P) en la dirección XX mantendrá un estado de "operativo", de acuerdo a lo planteado por el SEAOC VISION 2000 en la Figura 2

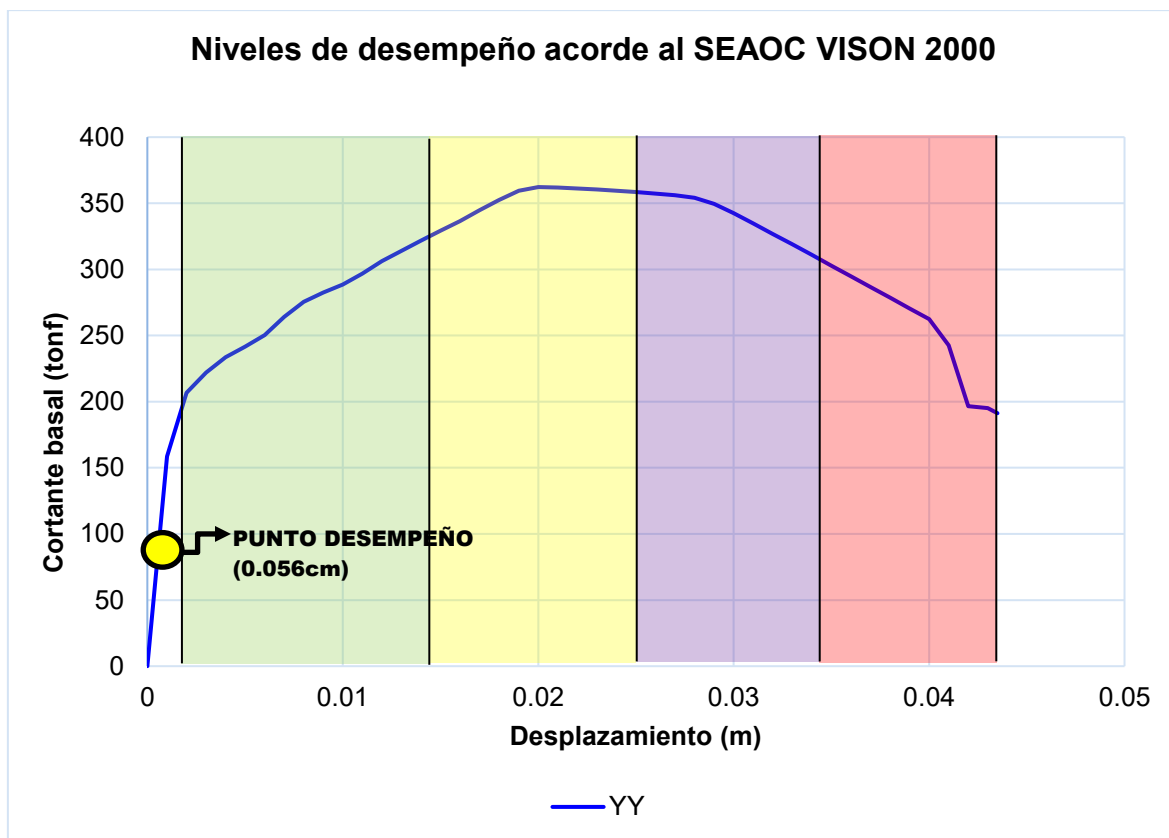


Figura 26. Niveles de desempeño estructural tipología GII(1P) – YY.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Valores asociados a cada etapa alcanzada – YY.

Etapa	Desplazamiento (Cm)	Cortante (Tonf)
C. Operativo	0 - 0.17	158.58
Operativo	0.17 - 1.44	321.76
Resguardo de vida	1.44 - 2.71	356.05
Cerca al colapso	2.71 - 3.55	302.83
Colapso	3.55 - 4.4	191.21

Fuente: Elaboración propia.

En base al punto de desempeño de 0.056cm, se estima que la tipología de vivienda GII(1P) en la dirección YY mantendrá un estado de "completamente operativo", de acuerdo a lo planteado por el SEAOC VISION 2000 en la Figura 2

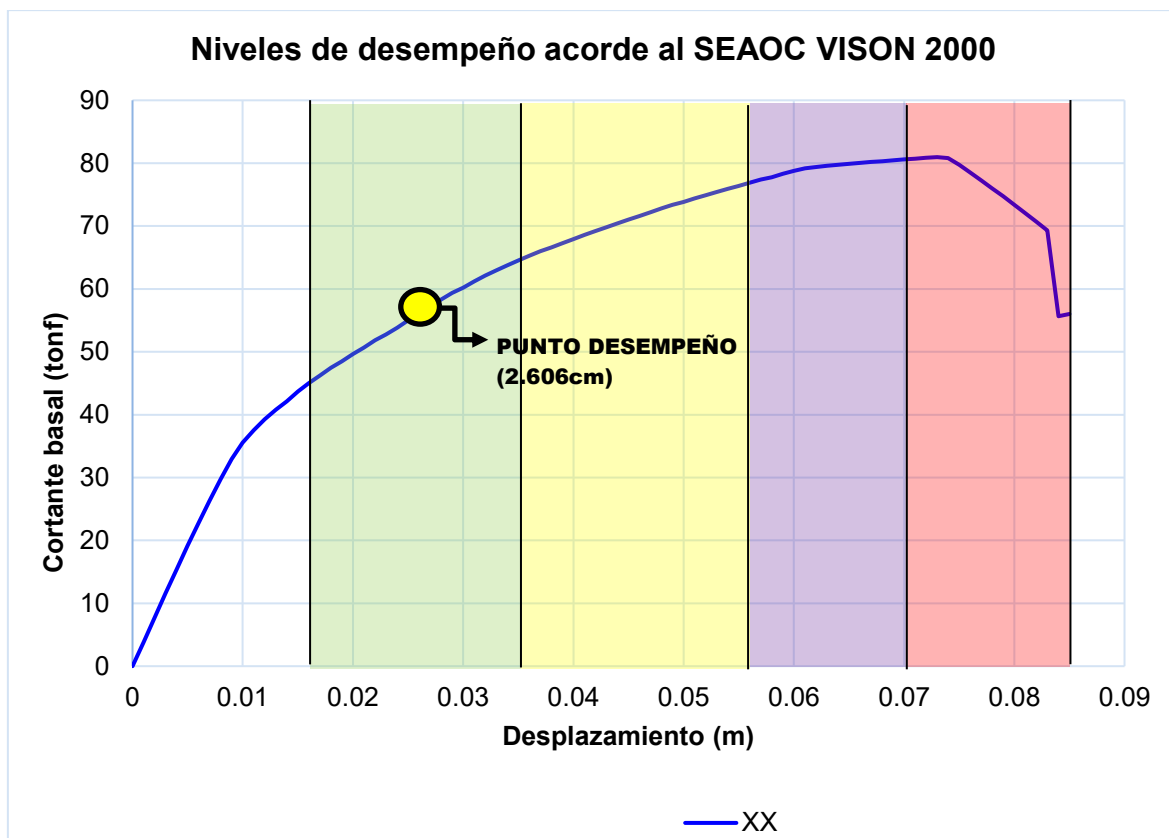


Figura 27. Niveles de desempeño estructural tipología GII(2P) – XX.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Valores asociados a cada etapa alcanzada – XX.

Etapa	Desplazamiento (Cm)	Cortante (Tonf)
C. Operativo	0 - 1.7	46.26
Operativo	1.7 - 3.74	65.97
Resguardo de vida	3.74 - 5.78	77.38
Cerca al colapso	5.78 - 7.14	80.72
Colapso	7.14 - 8.5	56.02

Fuente: Elaboración propia.

En base al punto de desempeño de 2.606cm, se estima que la tipología de vivienda GII(2P) en la dirección XX mantendrá un estado de "operativo", de acuerdo a lo planteado por el SEAOC VISION 2000 en la Figura 2

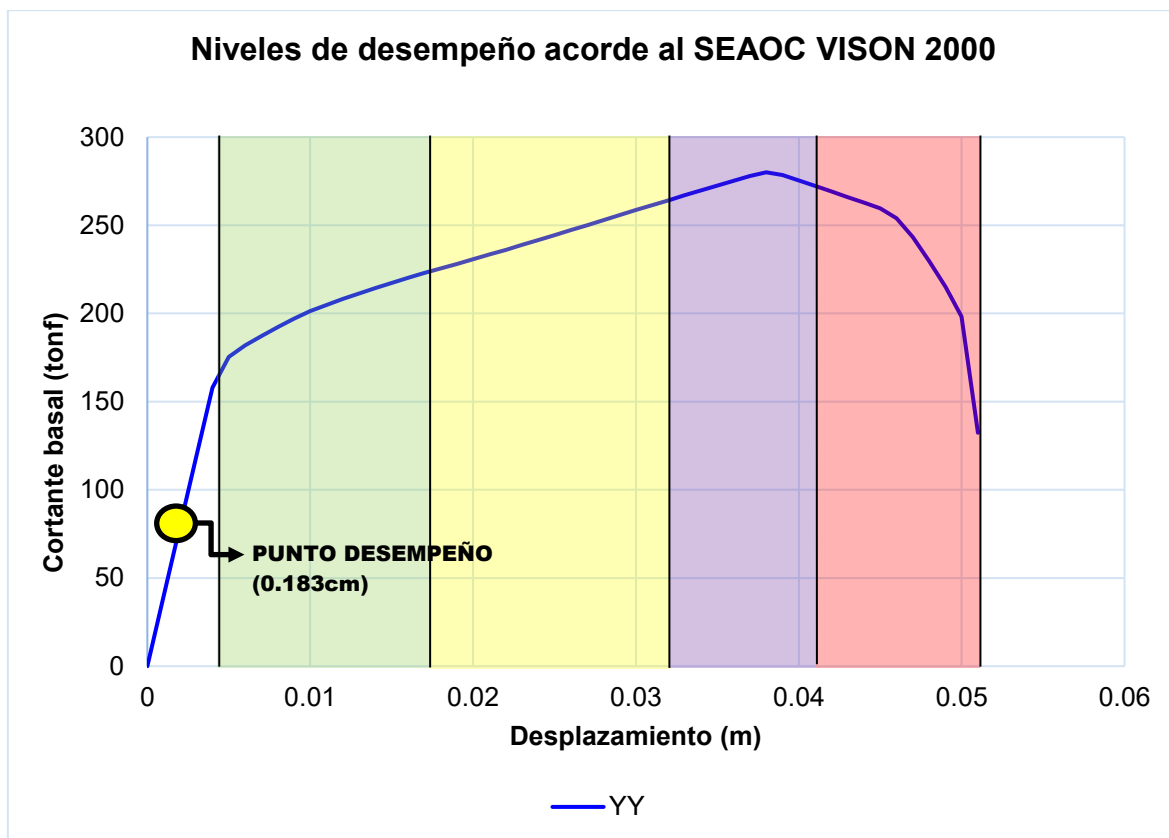


Figura 28. Niveles de desempeño estructural tipología GII(2P) – YY.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Valores asociados a cada etapa alcanzada – YY.

Etapa	Desplazamiento (Cm)	Cortante (Tonf)
C. Operativo	0 - 0.47	158.03
Operativo	0.47 - 1.85	225.53
Resguardo de vida	1.85 - 3.25	264.20
Cerca al colapso	3.25 - 4.17	272.33
Colapso	4.17 - 5.1	132.30

Fuente: Elaboración propia.

En base al punto de desempeño de 0.183cm, se estima que la tipología de vivienda GII(2P) en la dirección YY mantendrá un estado de "completamente operativo", de acuerdo a lo planteado por el SEAOC VISION 2000 en la Figura 2



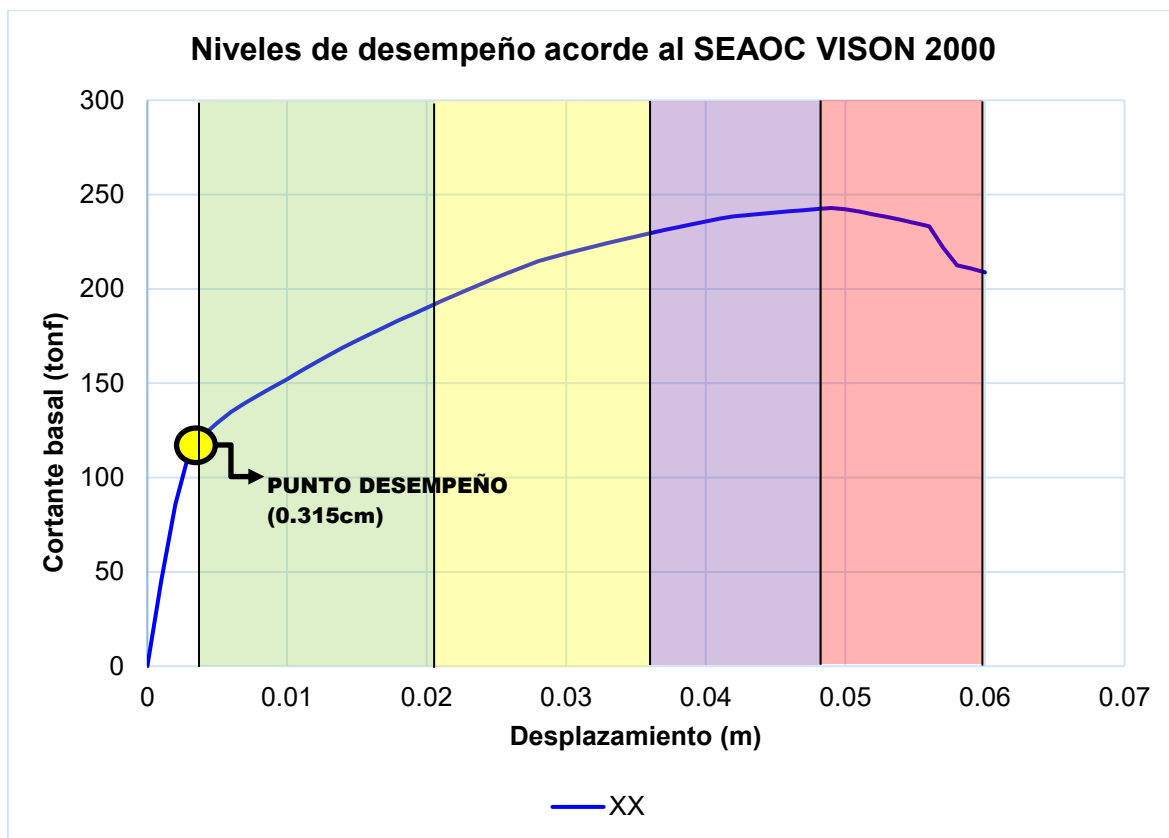


Figura 29. Niveles de desempeño estructural tipología GIII(1P) – XX.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Valores asociados a cada etapa alcanzada – XX.

Etapa	Desplazamiento (Cm)	Cortante (Tonf)
C. Operativo	0 - 0.44	122.41
Operativo	0.44 - 2.11	193.37
Resguardo de vida	2.11 - 3.77	231.11
Cerca al colapso	3.77 - 4.88	242.34
Colapso	4.88 - 6	208.82

Fuente: Elaboración propia.

En base al punto de desempeño de 0.315cm, se estima que la tipología de vivienda GIII(1P) en la dirección XX mantendrá un estado de "completamente operativo", de acuerdo a lo planteado por el SEAOC VISION 2000 en la Figura 2

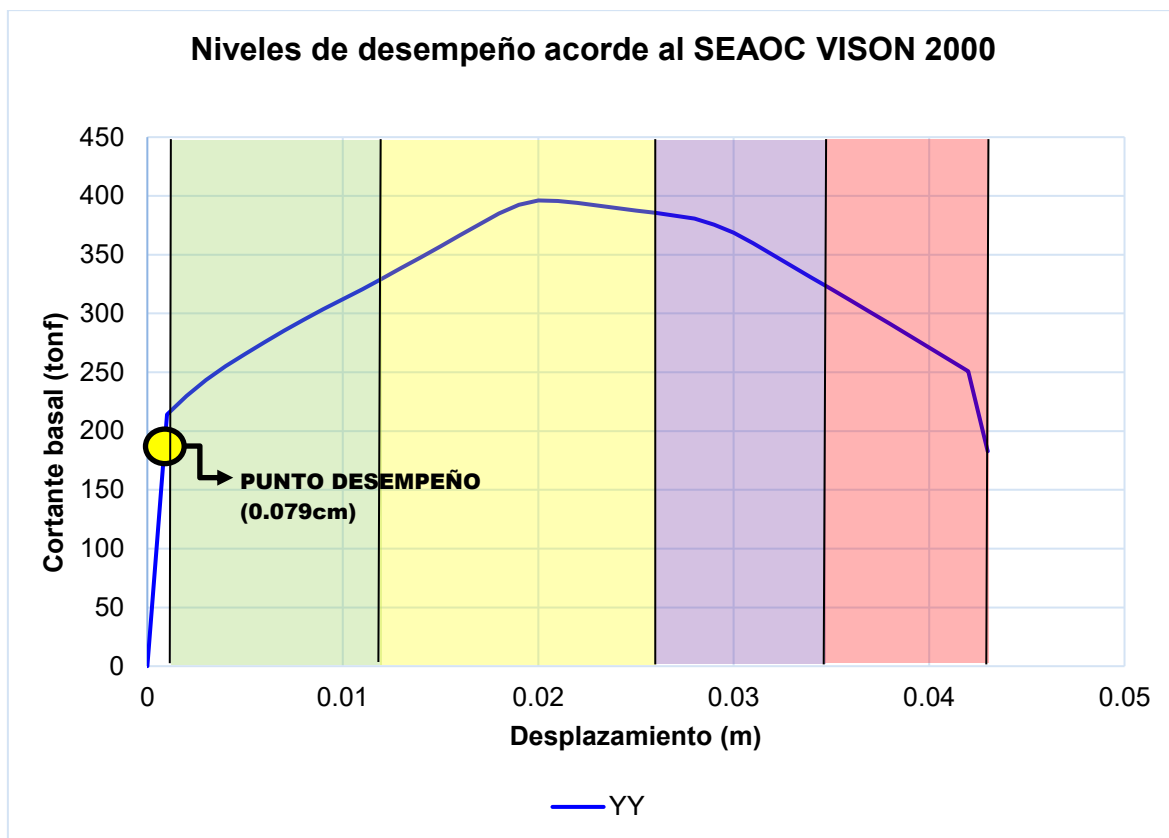


Figura 30. Niveles de desempeño estructural tipología GIII(1P) – YY.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Valores asociados a cada etapa alcanzada – YY.

Etapa	Desplazamiento (Cm)	Cortante (Tonf)
C. Operativo	0 - 0.15	214.19
Operativo	0.15 - 1.39	338.66
Resguardo de vida	1.39 - 2.64	385.55
Cerca al colapso	2.64 - 3.47	330.44
Colapso	3.47 - 4.3	182.76

Fuente: Elaboración propia.

En base al punto de desempeño de 0.079cm, se estima que la tipología de vivienda GIII(1P) en la dirección YY mantendrá un estado de "completamente operativo", de acuerdo a lo planteado por el SEAOC VISION 2000 en la Figura 2.

### **OE5. Proponer la metodología de cálculo de costo de reparación en base al costo de reemplazo de la RISK-UE.**

Para calcular el costo de reparación, se recurre a este método basado en el costo de reemplazo, utilizando lo que se conoce como el índice de daño, este índice simboliza el porcentaje del costo de reemplazo para restaurar una estructura. Así, el costo de reparación se determina multiplicando el costo promedio esperado por el índice de daño, valores que varían en función del desempeño sísmico.

**Tabla 20. Costo promedio de reparación esperado.**

Estado de daño	Costo promedio esperado (%)
Sin Daño	0
DS1	2.5
DS2	12.5
DS3	35
DS4	75

Fuente: (RISK-UE 2003).

**Tabla 21. Costo promedio de reparación en base al costo de reemplazo.**

Tipología	Nivel de intensidad	Eje	Costo promedio de reparación (%)
GI(1P)	Sismo de diseño	X	1.06
		Y	1.78
GII(1P)	Sismo de diseño	X	12.97
		Y	1.59
GII(2P)	Sismo de diseño	X	22.94
		Y	1.56
GIII(1P)	Sismo de diseño	X	6.86
		Y	4.10

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el costo total de las reparaciones, se suman los gastos de mano de obra, materiales y equipos necesarios para restaurar la vivienda a su estado original, el costo total de reemplazo comprende los gastos de demolición, la remoción de escombros y la construcción de una nueva estructura con características y funcionalidades idénticas a las del original.

## V. DISCUSIÓN

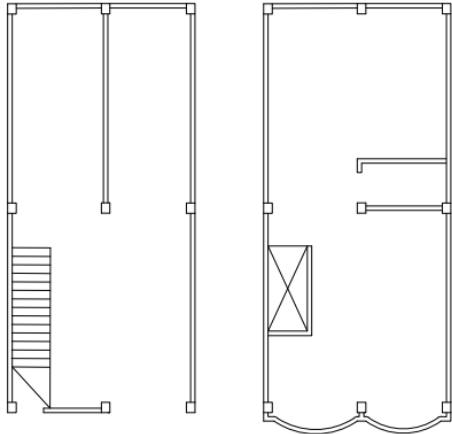
La Tabla 6 clasifica 15 modelos de viviendas en 4 tipologías (GI, GII, GII-1, GIII) según su densidad de muros, área construida y número de plantas. En la Figura 5 - Figura 8 muestran la vista en planta y 3D de las tipologías representativas, se observa que la distribución de muros es más densa en la dirección Y, debido a los muros perimetrales, mientras que el interior cuenta con pocos muros. Estos muros se conectan a columnas sin una conexión segura, e incluso la conexión al diafragma es débil, mostrando deflexiones importantes. En un estudio previo, Halder et al. (2021), clasificaron 35 modelos de viviendas utilizando criterios similares de agrupamiento. Estas viviendas se dividieron en grupos representativos: Grupo I (1P), Grupo II (1P), Grupo II (2P) y Grupo III (2P). Por otro lado, Lopez y Rodriguez (2018) examinaron viviendas de dos y tres niveles, determinando dos tipologías basándose en parámetros arquitectónicos y características estructurales. Asimismo, Zucconi y Sorrentino (2022) definieron seis clases tipológicas considerando las categorías del período de construcción y el estado de conservación, además de incluir una distinción adicional basada en el número de pisos.

De manera similar, Tala (2019) identificó seis tipologías de viviendas edificadas con albañilería confinada a través de un cuestionario validado. Para su evaluación respectiva, llevó a cabo un análisis estático no lineal basado en el desplazamiento utilizando software comercial. Por su parte, Crisanto y Sotomayor (2022) realizaron la caracterización de viviendas de albañilería confinada utilizando un cuestionario validado, para seleccionar las viviendas de muestra, emplearon un método de muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional, logrando recopilar datos de un total de 15 viviendas.

Adicionalmente, Zucconi, Romano y Ferracuti (2022), indica que la selección de la muestra de edificios, la inclusión de aquellos no inspeccionados y la definición del índice de daño son aspectos que influyen en los parámetros de las curvas de fragilidad. Finalmente, Nicola et al. (2022) elaboraron una base de datos que detalla las propiedades geométricas de este tipo de estructura, incluyendo la densidad de

muros, el área de construcción y la altura, estos datos se obtuvieron mediante encuestas realizadas en campo.

Tipología G II Sector La primavera

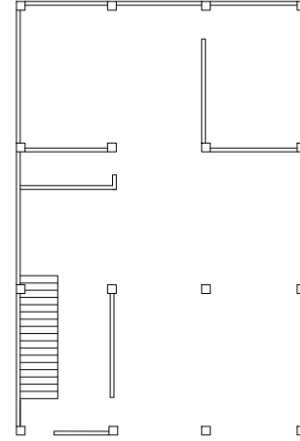


Área total: 66 m<sup>2</sup>

Densidad (%): X= 0.011; Y= 0.047

Suelo: S3

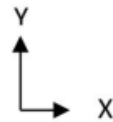
Tipología G III Sector La primavera



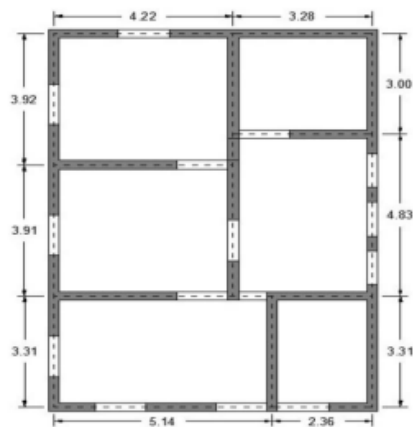
Área total: 150 m<sup>2</sup>

Densidad (%): X= 0.014; Y= 0.037

Suelo: S3



Tipología II Halder et al. (2021)

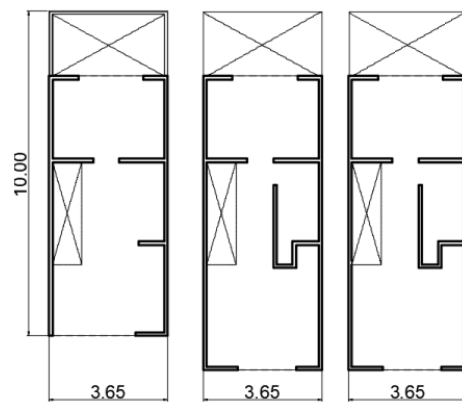


Área total: 83.41 m<sup>2</sup>

Densidad: X= 5.55; Y= 7.06

Suelo: No especifica

Tipología I Lopez y Rodriguez (2018)



Área total: 33.03 m<sup>2</sup>

Densidad: X= 1.9; Y= 4.8

Suelo: S2

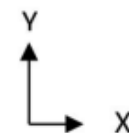


Figura 31. Contraste de tipologías representativas.

Fuente: Elaboración propia.

Se estimó la resistencia promedio del concreto ( $f'_c$ ) en las viviendas mediante pruebas de esclerometría, siguiendo las normativas ASTM C 805 y NTP 339.181, en la Tabla 8 se muestran los resultados obtenidos de  $f'_c$  en columnas y vigas, organizados por vivienda y grupo de tipología. En el estudio realizado por Burga y Rivera (2021), realizaron ensayos de esclerometría en columnas y vigas de toda la estructura del Instituto Pedagógico Indoamérica, obteniendo una media de  $f'_c=221$  kg/cm<sup>2</sup>. En contraste Polo (2021), aplicó la prueba de esclerometría en cinco puntos distintos de cada vivienda, obteniendo un promedio de  $f'_c = 197.7$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'_c = 218.8$  kg/cm<sup>2</sup> para la primera y segunda vivienda. Se tuvieron en cuenta estos antecedentes para calcular la media de los resultados de los ensayos realizados en cada elemento estructural, tanto para columnas como para vigas por separado, determinando de esta manera la variabilidad de resistencia en ambos elementos estructurales.

Por su parte, Inga y Ortiz (2019) consideraron realizar pruebas en laboratorio, estas pruebas comprenden el estudio de la mecánica de suelos, la prueba diamantina y el uso del esclerómetro. Para la presente investigación se realizaron ensayos no destructivos en todas las viviendas que componen la población, ensayos a compresión de las unidades de albañilería y estudios de suelos con el objetivo de determinar el tipo de suelo en el sector La Primavera para el proceso ANLE. Así mismo, Pitilakis y Petridis (2022) calcularon las curvas de fragilidad, tomando en cuenta diversos tipos y geometrías estructurales, condiciones de relleno, regulaciones y características dinámicas y materiales del perfil del suelo. Esta misma metodología se siguió en el presente estudio, considerando las características del suelo antes mencionado y el uso de normativas nacionales e internacionales para responder a los objetivos planteados.

En cuanto a la variabilidad del material de las unidades de albañilería, se aplicó la prueba de compresión axial ( $f'_m$ ), conforme a lo que demanda la norma E.070, los resultados obtenidos para los 3 tipos de ladrillos “Ladrillo 18 huecos, Pandereta y macizo artesanal” identificados de las viviendas del sector La Primavera, Huarmaca, se pueden ver en la Tabla 9. En los ensayos, realizados por Halder et al. (2021), realizaron ensayos a compresión de 3 clases de ladrillo con nueve especímenes ensayados por cada clase de ladrillo, seleccionados por ser

los más utilizados en la construcción de viviendas. El propósito de estos ensayos fue identificar la variabilidad de resistencia de los materiales con fines de evaluar la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería no reforzada mediante el análisis no lineal y curvas de fragilidad.



*Figura 32.* Unidades de albañilería del área de estudio, Sector La Primavera.

El desarrollo de las curvas de fragilidad, según la metodología de la Unión Europea, se basa en los valores DY y DU, derivados de la curva de capacidad a través de un análisis no lineal estático (ANLE). En la Tabla 10 se muestran estos valores para las cuatro tipologías de vivienda. Utilizando la herramienta de cálculo Excel para la construcción de curvas de fragilidad analíticas se empleó la fórmula "DISTR.LOGNORM", esta fórmula permitió la obtención de valores acumulados para los cuatro estados de daño y su respectiva probabilidad de ocurrencia. El investigador Guillen (2021), aplicó el proceso ANLE en dos viviendas para obtener las curvas de capacidad en "X" e "Y". Para calcular la probabilidad acumulada, utilizó la fórmula "DISTR.NORM.ESTAND.N", recomendando seguir el proceso de evaluación de vulnerabilidad sísmica establecido por la Unión Europea, especialmente para estructuras de albañilería confinada. En la presente investigación, se siguió un proceso similar al aplicado en la construcción de las curvas de fragilidad utilizando el método de la Unión Europea.

Por otro lado, Calvo y Chavez (2018) llevaron a cabo un análisis no lineal estático Push-over en una vivienda multifamiliar, tomando en cuenta la demanda sísmica de la Norma Peruana de Diseño Sísmico E-030. De manera similar, Correa (2019) utilizó la metodología Push-over, que implica la aplicación gradual de una carga lateral hasta que la estructura colapse, con el objetivo de obtener la curva de

capacidad y determinar el punto de desempeño. Por su parte, Arevalo Casas (2020) evaluó el comportamiento sísmico utilizando el programa ETABS, calculando la fuerza cortante basal, los desplazamientos del centro de masa y los desplazamientos relativos entre pisos, según el Reglamento Nacional de Edificaciones. Para el proceso de cálculo de cargas estructurales de los modelos evaluados en la presente investigación se consideró lo establecido por la Norma E.020 y la E.030 para la asignación espectro respuesta.

Así mismo en cuanto al análisis no lineal, Chácara et al. (2019), por su parte, realizaron un análisis push-over multidireccional y un análisis dinámico no lineal para ajustar funciones lognormales a los datos obtenidos, en busca de mejorar la comprensión de los resultados. Estos datos se tomaron en cuenta para el proceso ANLE de la presente investigación y el cálculo del desplazamiento que se evaluó en base a un punto cercano al centro de masa de la estructura.

Según Sáenz (2019), describe los niveles de daño mediante los cambios espectrales relacionados con el punto de fluencia ( $D_y$ ) y el desplazamiento último ( $D_u$ ), categorizados en leve, moderado, severo y completo. Por otro lado, Samaniego y Sánchez (2020) aplicaron el análisis dinámico no lineal incremental para obtener las curvas de fragilidad, basándose en la metodología ASCE 41-13. Mientras que Medina et al. (2019) determinaron la capacidad estructural de los edificios a través de simulaciones estructurales no lineales, para posteriormente calcular el nivel de daño en cada uno. Así mismo Hannewald et al. (2020), usaron la curva de capacidad para derivar curvas de fragilidad en escenarios sísmicos predefinidos. Mientras que Valenzuela (2019), recurrió a la simulación por Montecarlo para generar resultados aleatorios, que informan sobre los niveles de daño de la estructura, representados mediante curvas de fragilidad analítica. Estos estudios afirman que el proceso más concurrido para la construcción de curvas de fragilidad es el proceso de análisis no lineal, mientras que otros recurren a simulación de números finitos para la construcción de las curvas de fragilidad.

Las curvas de fragilidad obtenidas, evaluadas en términos de desplazamiento normal en centímetros y considerando los cuatro estados de daño definidos por la Unión Europea RISK-UE (2003), permitieron desarrollar curvas de probabilidad para el daño esperado en las direcciones "X" y "Y". De manera similar



Nica, Pavel y Hojda (2023), generaron curvas de fragilidad que representan los niveles de daño y colapso de las estructuras en ambas direcciones principales, la evaluación de la vulnerabilidad sísmica se basó en estas curvas, las cuales se obtuvieron al calcular la media de los valores acumulados correspondientes a los cuatro estados de daño de las curvas de fragilidad, evaluados en relación con el punto de desempeño de cada estructura. Este proceso de evaluación de la vulnerabilidad es similar a lo descrito por Guillen (2021) quien define la curva de índice de daño esperado o curva de vulnerabilidad se calcula tanto para la dirección "XX" como para la "YY". Para evaluar el daño esperado de las 4 tipologías se creó una curva de "índice de daño esperado", que se elaboró en base a la media de los 4 estados de daño tanto para la dirección "XX" e "YY"

Así mismo Zhang et al. (2023), sugieren que cuanto más niveles posea una estructura, la posibilidad de ocurrencia de un daño estructural que conduzca al colapso se incrementa considerablemente. Esto último se puede comprobar en la tipología GII(2P) en (Figura 17), donde se expone la curva de fragilidad en la dirección "XX", donde se aprecia una significativa diferencia de las curvas de fragilidad de otras tipologías de un nivel, esta comparación confirma que a más niveles tenga la estructura mayor es la probabilidad de ocurrencia de daño.

Los datos obtenidos de la interpretación de las curvas de fragilidad fueron respaldados mediante el uso del método de cálculo de desempeño ocupacional de SEAOC VISION 2000. Así mismo Tenorio Carranza (2021), empleó este método identificando que la estructura que evaluó mantiene su funcionalidad ante un sismo de diseño, mientras que para un sismo máximo determinó un desempeño ocupacional de "cercano al colapso" en la dirección XX. Además Moreno (2021), obtuvo valores para dos variantes de una estructura. En la primera variante, logró un desempeño ocupacional de "Resguardo de vida". En contraste, la misma estructura evaluada sin el sistema de refuerzo logró desempeño ocupacional "cercano al colapso". Este método se utilizó para determinar el estado situacional de las tipologías de viviendas en función del nivel de desempeño estructural y corroborar la interpretación de las curvas de índice de daño esperado.

El término "costo de reemplazo" se refiere al gasto incurrido al construir una nueva estructura similar a la ya existente. Este costo puede ser calculado al aplicar

un porcentaje específico al costo de reemplazo, el cual varía de acuerdo al grado de deterioro de la estructura y a la técnica de intervención utilizada. En su estudio, Maio et al. (2020), exploraron la eficacia de las estrategias tradicionales de rehabilitación sísmica tanto en entornos rurales como urbanos. Concluyeron que la implementación de refuerzos sísmicos puede contribuir a reducir los costos de reparación y aumentar el valor de la edificación; Asimismo, observaron que el análisis de costo-beneficio variaba en función de diversas variables, como el riesgo sísmico, el valor de la propiedad, la intervención realizada y el tiempo de retorno considerado.

Aunque este enfoque puede tener limitaciones, como la omisión de factores específicos como la complejidad de la estructura, la accesibilidad, el uso de materiales especiales o las condiciones ambientales, señala la necesidad de llevar a cabo un análisis detallado y personalizado para cada estructura.

## VI. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y las discusiones llevadas a cabo, es posible llegar a las siguientes conclusiones.

- La vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en el sector La Primavera, Huarmaca-Huancabamba-Piura es posible mediante la utilización de curvas de fragilidad.
- Existen 4 tipologías de viviendas de albañilería confinada de 1 y 2 niveles en el sector La Primavera-Huarmaca, las tipologías identificadas se clasifican en GI(1P) de 20m<sup>2</sup>, GII(1P) de 60m<sup>2</sup>, GII(2P) 66m<sup>2</sup>, GIII(1P) 150m<sup>2</sup>.
- Los ensayos de resistencia  $f'_c$  del concreto y  $f'_m$  de las unidades de albañilería en las tipologías de vivienda confinada del sector La Primavera revelan valores altos, con  $f'_c$  superiores a 197 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'_m$  significativos según la Tabla 9, esta variabilidad mecánica de los materiales se debe a la buena condición y relativa antigüedad de las estructuras.
- El método más viable para construir las curvas de fragilidad es a través del análisis no lineal estático, los parámetros necesarios para elaborarlas, como "DY y DU", se obtienen mediante el principio de energía a partir de la curva de capacidad, este enfoque permite generar curvas bilineales y trilineales empleadas para construir las curvas de fragilidad.
- Las tipologías de viviendas en La Primavera-Huarmaca presentan una vulnerabilidad sísmica baja, según la interpretación de las curvas de fragilidad las tipologías se encuentran dentro de los estados de "sin daño y daño ligero" véase en la Tabla 11, cumpliendo resultados similares por el método del SEAOC VISION 2000, que indica estados de "totalmente operacional y operacional" después de un sismo de diseño raro (Pág.37-44).
- Los costos de reparación de las diferentes tipologías de viviendas son considerablemente más bajos en comparación con los costos de reemplazo. Esto se debe a su baja vulnerabilidad sísmica. En el caso más severo, las tipologías GII de 1 y 2 niveles en la dirección XX presentan un costo de reparación del 12.97% para la tipología GII(1P) y 22.94% para la tipología GII(2P), mientras que las demás tipologías se encuentran por debajo de la mitad de estos valores véase en la Tabla 21.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Enfocar la aplicación de la metodología de curvas de fragilidad en estructuras de adobe, considerando que existe una escasez de investigaciones en profundidad sobre este tipo de construcciones, a pesar de su amplia presencia a nivel nacional.
- Evaluar las tipologías de viviendas de albañilería confinada de 3 y 4 niveles, ya que a medida que una estructura tenga más niveles, su respuesta sísmica y vulnerabilidad aumentarán.
- Realizar inspecciones periódicas para asegurar la continuidad de los valores altos de resistencia en las estructuras debido a que la resistencia de los materiales puede variar con el tiempo por factores como el clima y la erosión con el tiempo.
- Utilizar el análisis no lineal estático en estructuras con una altura inferior a 15 metros, en el caso de estructuras con una altura superior a esta medida, se aconseja utilizar el análisis no lineal dinámico para construir las curvas de fragilidad.
- Identificar los patrones recurrentes de vulnerabilidad en las estructuras evaluadas y determinar si las mismas presentan una mayor vulnerabilidad sísmica en dirección XX o YY. Esto permitirá evaluar opciones de mejora y refuerzo siendo económicamente accesibles.
- Se recomienda que a pesar de la baja vulnerabilidad sísmica y los costos de reparación relativamente bajos, es importante estar preparados para cualquier eventualidad y tener un plan de acción definido.

## REFERENCIAS

AHMED, H.A., SHAHZADA, K. y FAHAD, M., 2021. Performance-based seismic assessment of capacity enhancement of building infrastructure and its cost-benefit evaluation. *International Journal of Disaster Risk Reduction* [en línea], vol. 61, no. June, pp. 102341. ISSN 22124209. DOI 10.1016/j.ijdrr.2021.102341. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102341>.

ALAM, M.S. y HAQUE, S.M., 2020. Seismic vulnerability evaluation of educational buildings of Mymensingh city, Bangladesh using rapid visual screening and index based approach. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, vol. 11, no. 3, pp. 379-402. ISSN 17595916. DOI 10.1108/IJDRBE-07-2019-0043.

AREVALO CASAS, A.S., 2020. *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en el A.H. San José, distrito de San Martín de Porres* [en línea]. S.I.: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/648665>.

BURGA VELIZ, Y.J. y RIVERA ARENAS, W.D., 2021. *Análisis de vulnerabilidad sísmica estructural mediante curvas de fragilidad, del Instituto Pedagógico Indoamérica de la ciudad de Trujillo, 2019* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional de Trujillo. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIT\\_00834d5ae2e6cfb7ffea4f5c49304707/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIT_00834d5ae2e6cfb7ffea4f5c49304707/Details).

CALVO VEGA, R. y CHAVEZ CASIMIRO, F.F., 2018. *Diseño sísmico por desempeño para una edificación de uso multifamiliar en la Ciudad de Huaraz -2018* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26671>.

CHÁCARA, C., CANNIZZARO, F., PANTÒ, B., CALIÒ, I. y LOURENÇO, P.B., 2019. Seismic vulnerability of URM structures based on a Discrete Macro-Element Modeling (DMEM) approach. *Engineering Structures* [en línea], vol. 201, no. September, pp. 109715. ISSN 18737323. DOI 10.1016/j.engstruct.2019.109715. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.109715>.

CHIEFFO, N., MOSOARCA, M., FORMISANO, A. y APOSTOL, I., 2019. Seismic Vulnerability Assessment and Loss Estimation of an Urban District of Timisoara. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 471, no. 10. ISSN 1757899X. DOI 10.1088/1757-899X/471/10/102070.

CORREA, D.A., 2019. *Análisis estático no lineal aplicado al diseño sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre – Chiclayo* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36959>.

CRISANTO CAMPOMANES, B.S. y SOTOMAYOR CASTILLO, C.A., 2022. *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de Albañilería Confinada en PP.JJ Dos de Mayo. Propuesta de Mejora, Chimbote-2022* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112296>.

GAUTAM, D., CHETTRI, N., TEMPAL, K., RODRIGUES, H. y RUPAKHETY, R., 2022. Seismic vulnerability of bhutanese vernacular stone masonry buildings: From damage observation to fragility analysis. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* [en línea], vol. 160, no. February, pp. 107351. ISSN 02677261. DOI 10.1016/j.soildyn.2022.107351. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2022.107351>.

GIMÉNEZ, A., OLAVARRIETA, M.A., ACERO, A., CHONG, J., RAMONES, K. y REINOZA, L., 2020. Estudio de la vulnerabilidad sísmica cualitativa en instituciones escolares de concreto armado del Estado Falcón. *Gaceta Técnica* [en línea], vol. 21, no. 1, pp. 13. DOI [doi.org/10.13140/RG.2.2.31162.75209](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31162.75209). Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/338778618>.

GONZALEZ, D., RUEDA-PLATA, D., ACEVEDO, A.B., DUQUE, J.C., RAMOS-POLLÁN, R., BETANCOURT, A. y GARCÍA, S., 2020. Automatic detection of building typology using deep learning methods on street level images. *Building and Environment*, vol. 177, no. January, pp. 1-12. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2020.106805.

GRECO, F., GAETANO, D., LEONETTI, L., LONETTI, P., PASCUZZO, A. y SKRAME, A., 2022. Structural and seismic vulnerability assessment of the Santa

Maria Assunta Cathedral in Catanzaro (Italy): classical and advanced approaches for the analysis of local and global failure mechanisms. *Frattura ed Integrità Strutturale* [en línea], vol. 16, no. 60, pp. 464-487. ISSN 1971-8993. DOI 10.3221/IGF-ESIS.60.32. Disponible en: <https://www.fracturae.com/index.php/fis/article/view/3465>.

GUILLEN LLANCARI, Y.J., 2021. *Vulnerabilidad Sísmica y Diseño Sismo Resistente en un Edificio de Albañilería Confinada en la Provincia de Chincha, Ica 2021* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73581>.

HALDER, L., DUTTA, S.C., DEBNATH, P. y SHARMA, R.P., 2021. Seismic vulnerability assessment of low-rise unreinforced masonry buildings in Northeast India considering variability of material properties. *Asian Journal of Civil Engineering* [en línea], vol. 22, no. 5, pp. 843-863. ISSN 2522011X. DOI 10.1007/s42107-021-00350-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42107-021-00350-7>.

HANNEWALD, P., MICHEL, C., LESTUZZI, P., CROWLEY, H., PINGUET, J. y FÄH, D., 2020. Development and validation of simplified mechanics-based capacity curves for scenario-based risk assessment of school buildings in Basel. *Engineering Structures* [en línea], vol. 209, no. July 2019, pp. 110290. ISSN 18737323. DOI 10.1016/j.engstruct.2020.110290. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110290>.

INGA AVELLANEDA, M. y ORTIZ SIMEON, E., 2019. *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento en viviendas de albañilería confinada de tres niveles en la asociación 13 de noviembre en Ate, 2019* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44699>.

LOPEZ, S.Y. y RODRIGUEZ, C.A., 2018. *Construcción de curvas de fragilidad para viviendas unifamiliares de muros de ductilidad limitada* [en línea]. S.I.: Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12488>.

MAIO, R., ESTÊVÃO, J.M.C., FERREIRA, T.M. y VICENTE, R., 2020. Cost-benefit analysis of traditional seismic retrofitting strategies integrated in the renovation of

stone masonry buildings. *Engineering Structures* [en línea], vol. 206, no. May 2019, pp. 110050. ISSN 18737323. DOI 10.1016/j.engstruct.2019.110050. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.110050>.

MAJDALAWAYH, S. y PANG, W., 2022. Empirical seismic fragility assessment and optimal risk mitigation of building contents. *Engineering Structures* [en línea], vol. 259, no. February, pp. 114183. ISSN 18737323. DOI 10.1016/j.engstruct.2022.114183. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2022.114183>.

MAZUMDER, R.K. y SALMAN, A.M., 2019. Seismic damage assessment using RADIUS and GIS: A case study of Sylhet City, Bangladesh. *International Journal of Disaster Risk Reduction* [en línea], vol. 34, no. June 2018, pp. 243-254. ISSN 22124209. DOI 10.1016/j.ijdr.2018.11.023. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2018.11.023>.

MEDINA, S., LIZARAZO-MARRIAGA, J., ESTRADA, M., KOSHIMURA, S., MAS, E. y ADRIANO, B., 2019. Tsunami analytical fragility curves for the Colombian Pacific coast: A reinforced concrete building example. *Engineering Structures* [en línea], vol. 196, no. October 2018, pp. 109309. ISSN 18737323. DOI 10.1016/j.engstruct.2019.109309. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.109309>.

MORENO VIVANCO, B.C.M., 2021. *Evaluación del desempeño sísmico en el rango inelástico de una estructura esencial de concreto armado con disipadores de fluido viscoso* [en línea]. S.l.: Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/179134>.

NICA, G.B., PAVEL, F. y HOJDA, G., 2023. A fast nonlinear dynamic analysis automated approach to produce fragility curves for 3D RC frames. *Engineering Structures* [en línea], vol. 281, no. February, pp. 115695. ISSN 18737323. DOI 10.1016/j.engstruct.2023.115695. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.115695>.

NICOLA, T., ALFREDO, M., HOLGER, L., MARCIAL, B. y HUMBERTO, V., 2022. Experimental in-plane behaviour and drift-based fragility assessment of typical Peruvian confined masonry walls. *Construction and Building Materials*, vol. 341, no.



May. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2022.127893.

ORTEGA, J., VASCONCELOS, G., RODRIGUES, H. y CORREIA, M., 2019. A vulnerability index formulation for the seismic vulnerability assessment of vernacular architecture. *Engineering Structures* [en línea], vol. 197, no. December 2018, pp. 109381. ISSN 18737323. DOI 10.1016/j.engstruct.2019.109381. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.109381>.

PITILAKIS, D. y PETRIDIS, C., 2022. Fragility curves for existing reinforced concrete buildings, including soil–structure interaction and site amplification effects. *Engineering Structures*, vol. 269, no. July. ISSN 18737323. DOI 10.1016/j.engstruct.2022.114733.

POLO RIOS, M.E., 2021. *Evaluación de vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento estructural de las viviendas autoconstruidas en el asentamiento humano Nuevo Progreso, Ventanilla, Lima* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71394>.

RISK-UE, 2003. *WP4 Vulnerability of Current Buildings* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN GTR-RSK 0101-152av7. Disponible en: [http://www.civil.ist.utl.pt/~mlopes/conteudos/DamageStates/Risk UE WP04\\_Vulnerability.pdf](http://www.civil.ist.utl.pt/~mlopes/conteudos/DamageStates/Risk UE WP04_Vulnerability.pdf).

SÁENZ, U.H., 2019. *Vulnerabilidad sísmica en edificaciones esenciales mediante curvas de fragilidad analíticas – edificio administrativo de la Universidad Nacional del Centro del Perú* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5268>.

SAMANIEGO RIMACHE, Í.A. y SÁNCHEZ BENDEZÚ, G.J. (ORCID:), 2020. *Vulnerabilidad sísmica empleando el análisis dinámico no lineal incremental de una vivienda multifamiliar Ate-Lima 2020* [en línea]. S.l.: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57396>.

SEAOC, 1995. *A framework for performance based seismic engineering of buildings*. Sacramento, USA: Vision 2000 Committe and California Office of Emergency Servies, 1995. Disponible en: <https://www.seaoc.org/store/ViewProduct.aspx?id=11238558>

SHABANI, A., KIOUMARSI, M. y ZUCCONI, M., 2021. State of the art of simplified

analytical methods for seismic vulnerability assessment of unreinforced masonry buildings. *Engineering Structures* [en línea], vol. 239, no. September 2020, pp. 112280. ISSN 18737323. DOI 10.1016/j.engstruct.2021.112280. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112280>.

SHAH, M.F., 2018. VULNERABILITY ASSESSMENT OF RESIDENTIAL BUILDINGS IN JEDDAH: A METHODOLOGICAL PROPOSAL. *International Journal of GEOMATE* [en línea], vol. 14, no. 44, pp. 134-141. ISSN 21862982. DOI 10.21660/2018.44.85087. Disponible en: <https://geomatejournal.com/geomate/article/view/1917/1767>.

TALA, E., 2019. *Estimación de daño sísmico en viviendas de albañilería confinada mediante Curvas de Fragilidad para viviendas de 01 y 02 Pisos* [en línea]. S.I.: Universidad Peruana Unión. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2124>.

TARQUE, N. y PANCCA-CALSIN, E., 2022. Building constructions characteristics and mechanical properties of confined masonry walls in San Miguel (Puno-Peru). *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 45, no. September 2021, pp. 103540. ISSN 23527102. DOI 10.1016/j.jobbe.2021.103540. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103540>.

TENORIO CARRANZA, J.R., 2021. *Comportamiento sísmico aplicando el método no lineal estático en la I.E. N° 10410, Chaupelanche, Chota, Cajamarca* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/69241>.

VALENZUELA, H.J., 2019. Determinación de las curvas de fragilidad analítica mediante el análisis incremental dinámico en el centro de salud de Conchopata en Ayacucho , 2019 Determination of analytical brittleness curves using the dynamic incremental analysis in the health center. , vol. 2215, pp. 14026-14050.

VASILEIADIS, V., KOSTINAKIS, K. y ATHANATOPOULOU, A., 2023. Story-wise assessment of seismic behavior and fragility analysis of R/C frames considering the effect of masonry infills. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* [en línea], vol. 165, no. September 2022, pp. 107714. ISSN 02677261. DOI 10.1016/j.soildyn.2022.107714. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2022.107714>.

ZHANG, Y., WANG, Z., JIANG, L., SKALOMENOS, K. y ZHANG, D., 2023. Seismic fragility analysis of masonry structures considering the effect of mainshock-aftershock sequences. *Engineering Structures* [en línea], vol. 275, no. PB, pp. 115287. ISSN 18737323. DOI 10.1016/j.engstruct.2022.115287. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2022.115287>.

ZUCCONI, M., ROMANO, F. y FERRACUTI, B., 2022. Typological fragility curves for RC buildings: influence of damage index and building sample selection. *Engineering Structures* [en línea], vol. 266, no. 58, pp. 19. ISSN 18737323. DOI 10.1016/j.engstruct.2022.114627. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2022.114627>.

ZUCCONI, M. y SORRENTINO, L., 2022. Census-Based Typological Damage Fragility Curves and Seismic Risk Scenarios for Unreinforced Masonry Buildings. *Geosciences (Switzerland)*, vol. 12, no. 1, pp. 1-17. ISSN 20763263. DOI 10.3390/geosciences12010045.

## ANEXOS

Anexo 1. Tabla de operacionalización de variables.

Tabla 2. Tabla de operacionalización de variables.

VARIABLES		Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente	Variabilidad del material	Gautam et al. (2022), la variabilidad del material ejerce un impacto significativo en la incertidumbre de las funciones de fragilidad, lo cual debe ser considerado en el análisis de riesgo sísmico.	variabilidad puede ser medida a través de pruebas destructivas o no destructivas	Características físicas, mecánicas y geotécnicas	Tipo de material (a,b,c)	Nominal
					Resistencia a la compresión ( $f'c$ )	Razón
					Resistencia a la compresión ( $Fm$ )	Razón
					Módulo de elasticidad (MPa, kg/cm <sup>2</sup> )	Razón
					Tipo de suelo (s1, s2, s3)	Nominal
Dependiente	Vulnerabilidad sísmica	Chieffo et al. (2019) ,la vulnerabilidad sísmica se refiere al nivel de daño o pérdida que un edificio o una zona urbana puede sufrir como consecuencia de un terremoto.	Una estructura puede ser considerada vulnerable sísmicamente si se determina que es probable que sufra daños significativos durante un sismo.	Características constructivas	Área construida (m <sup>2</sup> )	Razón
					Muros (m, cm, cm <sup>2</sup> )	Razón
					Losas (m, cm, cm <sup>2</sup> )	Razón
					Vigas (m, cm, cm <sup>2</sup> )	Razón
					Columnas (m, cm, cm <sup>2</sup> )	Razón
					N° de pisos (Und)	Razón
					Densidad de muros (%)	Razón
				Análisis no lineal estático	Periodo fundamental (T)	Razón
					Fuerza cortante (N)	Razón
					Cálculo de peso (ton/m <sup>2</sup> )	Razón
					Cortante basal estático (ton/m <sup>2</sup> )	Razón
					Curva de capacidad (Cm, m)	Intervalo
					Punto de desempeño (Cm, m)	Intervalo
				curvas de vulnerabilidad	Curvas de fragilidad (%)	Razón
					Curvas de probabilidad de daño (%)	Razón
Desempeño operacional (Cm, m)	Intervalo					

Anexo 2 Tabla de matriz de consistencia.

**Tabla 2. Tabla de matriz de consistencia.**

Título	Problemática	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos		
	Problema general	Objetivo general	Hipótesis general						
Evaluación de la vulnerabilidad sísmica a partir de curvas de fragilidad considerando la variabilidad del material, sector la primavera, Huarmaca-Huancabamba-Piura	¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de las diferentes tipologías de viviendas de albañilería confinada en el sector La Primavera, en Huarmaca-Huancabamba-Piura, a partir de curvas de fragilidad, considerando la variabilidad del material?	Evaluar la vulnerabilidad sísmica a partir de curvas de fragilidad considerando la variabilidad del material	Es posible evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada de 1 y 2 niveles ubicadas en el sector La Primavera, Huarmaca, mediante el estudio de las curvas de fragilidad, considerando la variabilidad del material.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Variabilidad del Material	Materiales de construcción	Tipo de material (Und)	Formato encuesta		
		Objetivos específicos			CARACTERIZAR: Las tipologías de viviendas de albañilería confinada.	ANALIZAR: La variabilidad del material de las viviendas de albañilería	Impacto estructural	curvas de capacidad (mm, cm, m)	ETABS
		CONSTRUIR: Las curvas de fragilidad de cada una de las tipologías.		<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Vulnerabilidad Sísmica	Estándares de construcción y diseño	Tipo de estructura (A, B, C)	E.030		
		EVALUAR: Evaluar la vulnerabilidad sísmica a partir de las curvas de fragilidad.			Resistencia y módulo de elasticidad	Cálculo de la media ( $f'c$ , $f'm$ )	E.060, E.070		
					PROPONER: La metodología de cálculo de costo de reparación	Capacidad estructural	Curva de capacidad bilineal (mm, cm, m)	ASCE 41-17	
						Dinámica de la estructura	Punto de desempeño (cm, m)	ASCE 41-17	
					Curvas de fragilidad	Nivel de daño esperado (%)	Unión Europea		
					Niveles de desempeño	Desempeño ocupacional (Cm, m)	SEAOC VISION 2000		
		Índice de daño económico			Costo de reparación esperado (%)	Unión Europea			

**Anexo 3.** Representación del Instrumento de recolección de datos.

**FICHA DE ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 1 Y 2 NIVELES**

	Fecha de encuesta:     /     /		Vivienda encuestada N°
	Dirección de la vivienda:		
	Otra referencia:		
	N° de pisos:		
	Área total construida:		
	Altura entre pisos:		
	Año de construcción:		
	Tipo de ladrillo usado:		
	Techo / Losa:		
	Tipo:	Espesor (cm):	
	Dimensiones de elementos estructurales:		
	Columnas (cm):	Vigas (cm):	
	Medida f'c por ensayo de (Esclerometría):		
Columnas (Kg/cm²):	Vigas (Kg/cm²):		
FOTO			
Observaciones y comentarios:			
<hr/> <hr/> <hr/>			
Datos del propietario de la vivienda:			
Nombres, Apellidos y DNI del propietario(a) de la vivienda o entrevistado(a):		Firma:	
Nombre:			
Apellidos:			
DNI:			

## Anexo 4. Ejemplo de la validación del instrumento por parte del experto

### GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

#### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos:

Centro laboral:

Título profesional:

Grado:

Mención:

Institución donde lo obtuvo:

Otros estudios:

#### 2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

#### 3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto técnico de forma (visión general)					
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)					
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)					
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables (coherencia)					
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)					
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)					
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular (orden)					
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)					
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)					
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)					
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)					
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)					
Puntaje parcial (sumar los puntos donde marca el aspa)					
Puntaje total					

Nota: Índice de validación del juicio de experto (IVJE) = [puntaje obtenido / 75] x 100= %

## **Anexo 5. Validación del instrumento por parte de los expertos**

### **CARTA DE SOLICITUD**

Estimado Ing.:

**Mg. Carolina Ortiz Vargas**

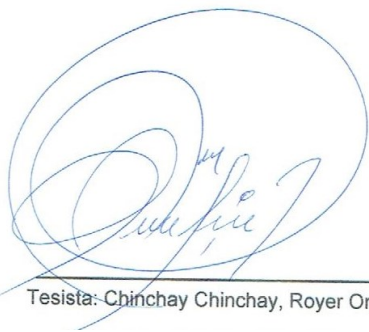
Presente. -

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revisión del instrumento que adjunto, el cual tiene como objetivo de obtener la validación del instrumento de investigación GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA, que se aplicará para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada **evaluación de la vulnerabilidad sísmica a partir de curvas de fragilidad considerando la variabilidad del material, sector La Primavera, Huarmaca-Huancabamba-Piura.**

Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencias en la materia, los cuales aportarían una útil y completa información para la culminación exitosa de esta investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente,



Tesista: Chinchay Chinchay, Royer Omar





4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

.....  
- *Obtuvo una calificación del 93% lo que*  
*la hace apta para ser implementada.*  
.....  
.....  
.....  
.....

6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, Mg. Carolina Ortiz Vargas identificado con DNI. N.º 16803529, certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por el tesista, Chinchay Chinchay, Royer Omar en la investigación denominada: **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, SECTOR LA PRIMAVERA, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA.**

  
.....  
ing. Carolina Ortiz Vargas  
CIP: 111872

.....  
Mg. Carolina Ortiz Vargas  
DNI: 16803529

## CARTA DE SOLICITUD

Estimado Ing.:

**Mg. Ing. Villegas Granados, Luis Mariano**

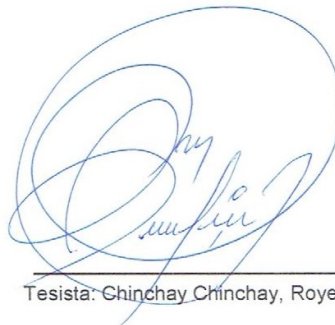
Presente. -

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revisión del instrumento que adjunto, el cual tiene como objetivo de obtener la validación del instrumento de investigación **GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA**, que se aplicará para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada **evaluación de la vulnerabilidad sísmica a partir de curvas de fragilidad considerando la variabilidad del material, sector La Primavera, Huarmaca-Huancabamba-Piura.**

Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencias en la materia, los cuales aportarían una útil y completa información para la culminación exitosa de esta investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente,



Tesista: Chinchay Chinchay, Royer Omar



## GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: Luis Mariano Villegas Granados  
 Centro laboral: Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo  
 Título profesional: Magister en Gestión Pública  
 Grado: Magister Mención: Ingeniería Civil  
 Institución donde lo obtuvo: Universidad César Vallejo  
 Otros estudios: Magister en Educación Docencia y Gestión Educativa

### 2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

**1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente**

### 3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)				X	
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)				X	
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)				X	
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables (coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)					X
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido				X	
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)				X	
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular (orden)				X	
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					X
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)					X
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)					X
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)					X
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)					X
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)					X
Puntaje parcial (sumar los puntos donde marca el aspa)					
Puntaje total					69

**Nota:** Índice de validación del juicio de experto (IVJE) = [puntaje obtenido / 75] x 100 = 92%

4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

*En base a la Evaluación del Instrumento de la ficha de recolección de datos, se concluye que está apto para ser aplicación en campo.*

6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, Luis Mariano Villegas Granados identificado con DNI. N.º 16665065 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado al tesista, Chinchay Chinchay, Royer Omar en la investigación denominada: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, SECTOR LA PRMAVERA-HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA.



Luis Mariano Villegas Granados  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 75063

Mg. Luis Mariano Villegas Granados

DNI: 16665065

## CARTA DE SOLICITUD

Estimado Ing.:

**Mg. Salazar Bravo, Wesley Amado**

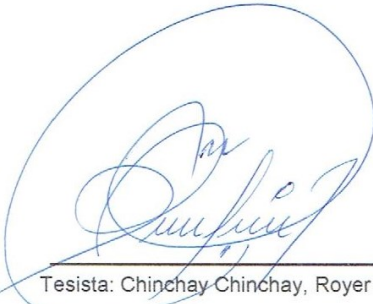
Presente. -

Motiva la presente el solicitar su valiosa colaboración en la revisión del instrumento que adjunto, el cual tiene como objetivo de obtener la validación del instrumento de investigación GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA, que se aplicará para el desarrollo de la tesis con fines de titulación, denominada. **Evaluación de la vulnerabilidad sísmica a partir de curvas de fragilidad considerando la variabilidad del material, sector La Primavera, Huarmaca-Huancabamba-Piura.**

Acudo a usted debido a sus conocimientos y experiencias en la materia, los cuales aportarían una útil y completa información para la culminación exitosa de esta investigación.

Gracias por su valioso aporte y participación.

Atentamente,



Tesista: Chinchay Chinchay, Royer Omar



## GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: Wesley Amado Salazar Bravo  
 Centro laboral: Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo  
 Título profesional: Ingeniero Civil  
 Grado: Magister Mención: Ingeniería Civil  
 Institución donde lo obtuvo: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo  
 Otros estudios: Magister en Gerencia de Obras y Construcción

### 2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

### 3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)					X
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)				X	
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables (coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)				X	
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					X
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)				X	
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular (orden)					X
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					X
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)					X
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)					X
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)					X
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)					X
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)					X
<b>Puntaje parcial</b> (sumar los puntos donde marca el aspa)					
<b>Puntaje total</b>					72

**Nota:** Índice de validación del juicio de experto (IVJE) = [puntaje obtenido / 75] x 100 = 96 %

4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
<b>Interpretación:</b> Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

*El Instrumento es apto para su aplicación.*

.....

.....

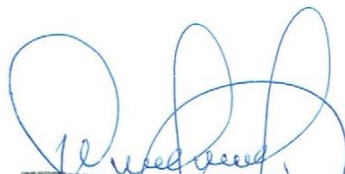
.....

.....

.....

6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, Salazar Bravo, Wesley Amado identificado con DNI. N.º 16543938 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por el tesista, Abad Calderón Elder en la investigación denominada: **evaluación de la vulnerabilidad sísmica a partir de curvas de fragilidad considerando la variabilidad del material, sector La Primavera, Huarmaca-Huancabamba-Piura.**



Wesley Amado Salazar Bravo  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 25386

Mg. Salazar Bravo Wesley Amado

DNI: 16543938



## Anexo 6: Ficha de encuesta de la muestra 1.

### FICHA DE ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 1 Y 2 NIVELES

<p style="text-align: center;"><b>Vista en altura</b></p> 	Fecha de encuesta: <u>03 / 03 / 2023</u>	Vivienda encuestada N°  <u>01</u>
	Dirección de la vivienda: <u>AV. Huancabamba S/N - Huarmaca</u>	
	Otra referencia: <u>La Primavera</u>	
	N° de pisos: <u>01</u>	
	Área total construida: <u>8 x 25 = 200 m<sup>2</sup></u>	
	Altura entre piso: <u>3,50 m</u>	
	Año de construcción: <u>2020</u>	
	Tipo de ladrillo usado: <u>king kong 18 huecos</u>	
<p style="text-align: center;"><b>Vista en planta</b></p> 	Techo / Losa:	
	Tipo: <u>Aligerado</u>	Espesor (cm): <u>25</u>
Dimensiones de elementos estructurales:		
Columnas (cm): <u>30 x 30</u>	Vigas (cm): <u>30 x 35</u>	
Media f'c por ensayo de (Esclerometría):		
Columnas (Kg/cm <sup>2</sup> ): <u>217,02</u>	Vigas (Kg/cm <sup>2</sup> ): <u>213,80</u>	
		
Observaciones y comentarios:		
<hr/> <hr/> <hr/>		
Datos del propietario de la vivienda:		
Nombres, Apellidos y DNI del propietario(a) de la vivienda o entrevistado(a):		Firma:
Nombre: <u>Panfilo</u>		
Apellidos: <u>Romero Lizana</u>		
DNI: <u>80544277</u>		


## Anexo 7: Ficha de encuesta de la muestra 2.

### FICHA DE ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 1 Y 2 NIVELES

<p style="text-align: center;"><b>Vista en altura</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Vista en planta 1er nivel</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>2do nivel</b></p> 	Fecha de encuesta: <u>03/03/2023</u>	Vivienda encuestada N°
	Dirección de la vivienda:	
	<u>Ca. Bernardino Ferrante</u>	
	<u>S/N - Huarmaca</u>	
	Otra referencia:	
	<u>La primavera</u>	
	N° de pisos:	<u>02</u>
	Área total construida:	<u>8 x 7 = 56 m<sup>2</sup></u>
	Altura entre piso:	<u>2,50m 1er nivel / 3,30m 2do nivel</u>
	Año de construcción:	<u>2005</u>
Tipo de ladrillo usado:	<u>Harcizo Artesanal 1er N.</u> <u>Pandereta 2do N.</u>	
Techo / Losa:		
Tipo:		Espesor (cm):
<u>Aligerado 1er N°</u> <u>calamina</u>		<u>20</u>
Dimensiones de elementos estructurales:		
Columnas (cm):		Vigas (cm):
<u>25 x 25</u>		<u>25 x 25</u>
Media f'c por ensayo de (Esclerometría):		
Columnas (Kg/cm <sup>2</sup> ):		Vigas (Kg/cm <sup>2</sup> ):
<u>205,08</u>		<u>209,24</u>
		
Observaciones y comentarios:		
<u>Poca densidad de muros en "x"</u>		
Datos del propietario de la vivienda:		
Nombres, Apellidos y DNI del propietario(a) de la vivienda o entrevistado(a):		Firma:
Nombre:	<u>Tatiana</u>	
Apellidos:	<u>Chinchay Huarcas</u>	
DNI:	<u>41331601</u>	

### Anexo 8: Ficha de encuesta de la muestra 3.

#### FICHA DE ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 1 Y 2 NIVELES

<p>Vista en altura</p> 	Fecha de encuesta: 03/03/2023	Vivienda encuestada N°
	Dirección de la vivienda: Av. Huacabamba S/N Huarmaca	Otra referencia: La primavera
<p>Vista en planta</p> 	N° de pisos: 01	Área total construida: $4 \times 15 = 60 \text{ m}^2$
	Año de construcción: 2022	Altura entre piso: 3,20m
	Tipo de ladrillo usado: King Kong 18 Huecos	
	Techo / Losa:	
	Tipo: Aligerado	Espesor (cm): 20
	Dimensiones de elementos estructurales:	
	Columnas (cm): C1: 25 x 25 C2: 25 x 70	Vigas (cm): 25 x 25
	Media f'c por ensayo de (Esclerometría):	
	Columnas (Kg/cm²): 201,10	Vigas (Kg/cm²): 227,66
Observaciones y comentarios:		
_____ _____ _____		
Datos del propietario de la vivienda:		
Nombres, Apellidos y DNI del propietario(a) de la vivienda o entrevistado(a):		Firma:
Nombre: Antero Daniel		
Apellidos: Huaman Yajahuauca		
DNI: 47554750		





## Anexo 9: Ficha de encuesta de la muestra 4.

### FICHA DE ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 1 Y 2 NIVELES

<p>Vista en altura</p> 	Fecha de encuesta: 03/03/2023	Vivienda encuestada N° 04	
	Dirección de la vivienda: Av. Huancabamba S/N - Huarmaca		Otra referencia: La primavera
<p>Vista en planta</p> 	N° de pisos: 01	Área total construida: 10 x 15 = 150 m²	
	Altura entre piso: 3,60 m	Año de construcción: 2004	
	Tipo de ladrillo usado: King Kong	Techo / Losa:	
	Tipo: Aligerado	Espesor (cm): 25	
	Dimensiones de elementos estructurales:		
	Columnas (cm): 30 x 30	Vigas (cm): 30 x 25	
	Media f'c por ensayo de (Esclerometría):		
	Columnas (Kg/cm²): 210,33	Vigas (Kg/cm²): 206,15	
	Observaciones y comentarios:		
	Datos del propietario de la vivienda:		
Nombres, Apellidos y DNI del propietario(a) de la vivienda o entrevistado(a):		Firma:	
Nombre: Tiofilo			
Apellidos: Romero Quispe			
DNI: 03245722			



## Anexo 10: Ficha de encuesta de la muestra 5.

### FICHA DE ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 1 Y 2 NIVELES

<p style="text-align: center;"><b>Vista en altura</b></p>		Fecha de encuesta: / /		Vivienda encuestada N°
		Dirección de la vivienda:		
<p style="text-align: center;"><b>Vista en planta</b></p> <p><b>1er nivel</b>                      <b>2do nivel</b></p>		Av. Huancabamba S/N - Huarmaca		05
		Otra referencia:		
		La primavera		
		N° de pisos:	02	
		Área total construida:	5 x 11,50 = 57 m <sup>2</sup>	
		Altura entre piso:	2,60 m	
		Año de construcción:	2002	
		Tipo de ladrillo usado:	Macizo A.	
Techo / Losa:				
		Tipo:	Espesor (cm):	
		Aligerado 1er N.	20	
		calamina 2do N.		
Dimensiones de elementos estructurales:				
		Columnas (cm):	Vigas (cm):	
		25 x 25	25 x 25	
Media f'c por ensayo de (Esclerometría):				
		Columnas (Kg/cm <sup>2</sup> ):	Vigas (Kg/cm <sup>2</sup> ):	
		203,04	199,99	
Observaciones y comentarios:				
<hr/> <hr/> <hr/>				
Datos del propietario de la vivienda:				
Nombres, Apellidos y DNI del propietario(a) de la vivienda o entrevistado(a):			Firma:	
Nombre:	Denis			
Apellidos:	Padilla Tacto			
DNI:	46606751			



## Anexo 11: Ficha de encuesta de la muestra 6.

### FICHA DE ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 1 Y 2 NIVELES

<p style="text-align: center;"><b>Vista en altura</b></p>	Fecha de encuesta: <u>04/03/2023</u>	Vivienda encuestada N°
	Dirección de la vivienda: <u>Ca. Bernardino Ferrante</u> <u>S/N Huarmaca</u>	<u>06</u>
	Otra referencia: <u>La primavera</u>	
	N° de pisos: <u>01</u>	
	Área total construida: <u>6x15 = 90 m<sup>2</sup></u>	
	Altura entre piso: <u>3,00 m</u>	
	Año de construcción: <u>2017</u>	
	Tipo de ladrillo usado: <u>King Kong 18 Huecos</u>	
	Techo / Losa:	
	Tipo: <u>Aligerado</u>	Espesor (cm): <u>20</u>
	Dimensiones de elementos estructurales:	
	Columnas (cm): <u>25 x 30</u>	Vigas (cm): <u>25 x 30</u>
	Media f'c por ensayo de (Esclerometría):	
	Columnas (Kg/cm <sup>2</sup> ): <u>194,71</u>	Vigas (Kg/cm <sup>2</sup> ): <u>201,51</u>
<p><b>Vista en planta</b></p>		
Observaciones y comentarios:		
_____ _____ _____		
Datos del propietario de la vivienda:		
Nombres, Apellidos y DNI del propietario(a) de la vivienda o entrevistado(a):		Firma:
Nombre: <u>Florentino</u>		
Apellidos: <u>Moreno Huaman</u>		
DNI: <u>03718416</u>		



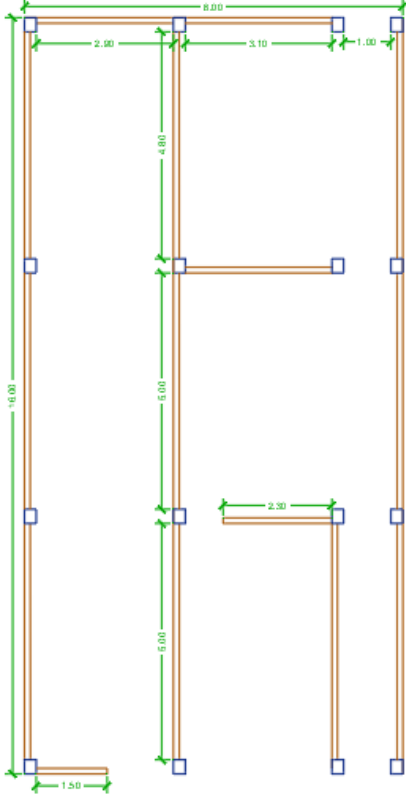

## Anexo 12: Ficha de encuesta de la muestra 7.

### FICHA DE ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 1 Y 2 NIVELES

<p>Vista en altura</p>	Fecha de encuesta: 05/03/2023	Vivienda encuestada N°
	Dirección de la vivienda: Ca. Bernardino Ferrante — Pasaje ± S/N	07
	Otra referencia: La Primavera	
N° de pisos:	01	
Área total construida:	4x5 = 20m <sup>2</sup>	
Altura entre piso:	2,30 m	
Año de construcción:	2004	
Tipo de ladrillo usado:	Macizo A.	
Techo / Losa:		
Tipo:	Aligerado	
Espesor (cm):	20	
Dimensiones de elementos estructurales:		
Columnas (cm):	25x25	
Vigas (cm):	25x20	
Media f'c por ensayo de (Esclerometría):		
Columnas (Kg/cm <sup>2</sup> ):	197,69	
Vigas (Kg/cm <sup>2</sup> ):	190,11	
Observaciones y comentarios:		
_____ _____ _____		
Datos del propietario de la vivienda:		
Nombres, Apellidos y DNI del propietario(a) de la vivienda o entrevistado(a):		Firma:
Nombre:	Elmer	
Apellidos:	Huancas Chinchay	
DNI:	03 23 2737	

### Anexo 13: Ficha de encuesta de la muestra 8.

#### FICHA DE ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 1 Y 2 NIVELES

<p><b>Vista en altura</b></p> 	Fecha de encuesta: 05/03/2023	Vivienda encuestada N°
	Dirección de la vivienda: Av. Huancabamba S/N Huarmaca	Otra referencia: La Primavera
<p><b>Vista en planta</b></p> 	N° de pisos: 01	Área total construida: $8 \times 16 = 128 \text{ m}^2$
	Altura entre piso: 3.00 m	Año de construcción: 2008
	Tipo de ladrillo usado: King Kong 18 Huecos	Techo / Losa:
	Tipo: Aligerado	Espesor (cm): 20
	Dimensiones de elementos estructurales:	Columnas (cm): $30 \times 25$
	Vigas (cm): $30 \times 25$	Media f'c por ensayo de (Esclerometría):
	Columnas (Kg/cm²): 227,67	Vigas (Kg/cm²): 226,134
Observaciones y comentarios:		
_____ _____ _____		
Datos del propietario de la vivienda:		
Nombres, Apellidos y DNI del propietario(a) de la vivienda o entrevistado(a):		Firma:
Nombre: Diomedes		
Apellidos: Huaman Chinchay		
DNI: 03221649		







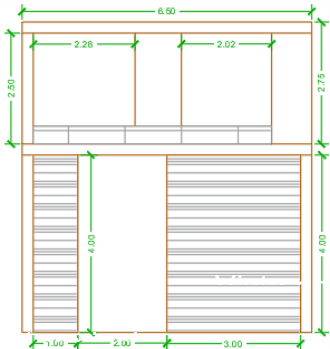
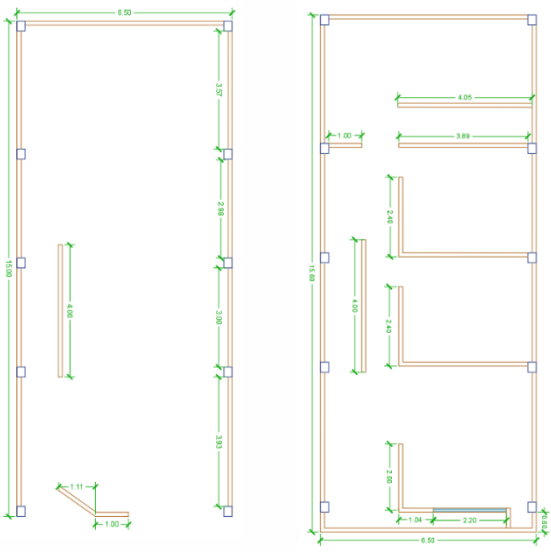

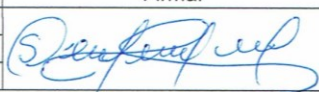
### Anexo 15: Ficha de encuesta de la muestra 10.

#### FICHA DE ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 1 Y 2 NIVELES

<p>Vista en altura</p>	Fecha de encuesta: 05/03/2023	Vivienda encuestada N°
	Dirección de la vivienda: Ca. Dos de Mayo S/N	10
	Otra referencia: La Primavera	
	N° de pisos: 02	
	Área total construida: 6,50 x 14 = 91m <sup>2</sup>	
	Altura entre piso: 3.00m	
	Año de construcción: 2020	
	Tipo de ladrillo usado: King Kong 18 Huecos	
	Techo / Losa:	
	Tipo: Aligerado	Espesor (cm): 20
	Dimensiones de elementos estructurales:	
	Columnas (cm): 25 x 30	Vigas (cm): 25 x 30
	Media f'c por ensayo de (Esclerometría):	
	Columnas (Kg/cm <sup>2</sup> ): 217,46	Vigas (Kg/cm <sup>2</sup> ): 215,35
<p>Vista en planta</p> <p>1er nivel</p>	<p>2do nivel</p>	
Observaciones y comentarios:		
_____ _____ _____		
Datos del propietario de la vivienda:		
Nombres, Apellidos y DNI del propietario(a) de la vivienda o entrevistado(a):		Firma:
Nombre: Rodolfo		
Apellidos: Chinchay padilla		
DNI: 80451822		

**Anexo 16: Ficha de encuesta de la muestra 11.**

**FICHA DE ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 1 Y 2 NIVELES**

<p style="text-align: center;"><b>Vista en altura</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Vista en planta</b></p> <p style="display: flex; justify-content: space-around;"><b>1er nivel</b>      <b>2do nivel</b></p> 	Fecha de encuesta: 07/03/2023	Vivienda encuestada N°	
	Dirección de la vivienda: Av. Huancabamba S/N Huarmaca	11	
	Otra referencia: La Primavera		
	N° de pisos: 02		
	Área total construida: 6,50 x 2,5 = 97,50 m <sup>2</sup>		
	Altura entre piso: 4,00 m 1er nivel / 3,75 m 2do N.		
	Año de construcción: 2017		
	Tipo de ladrillo usado:	King Kong - 1er N Pandereta - 2do N	
	<b>Techo / Losa:</b>		
	Tipo: Aligerado	Espesor (cm): 25	
<b>Dimensiones de elementos estructurales:</b>			
Columnas (cm): 25 x 30	Vigas (cm): 25 x 30		
<b>Media f'c por ensayo de (Esclerometría):</b>			
Columnas (Kg/cm <sup>2</sup> ): 230,43	Vigas (Kg/cm <sup>2</sup> ): 225,51		
			
Observaciones y comentarios:			
<hr/> <hr/> <hr/>			
Datos del propietario de la vivienda:			
Nombres, Apellidos y DNI del propietario(a) de la vivienda o entrevistado(a):		Firma:	
Nombre:	Sucy Natali		
Apellidos:	Huaman yajahuauca		
DNI:	75366170		



## Anexo 17: Ficha de encuesta de la muestra 12.

### FICHA DE ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 1 Y 2 NIVELES

<p style="text-align: center;"><b>Vista en altura</b></p>	Fecha de encuesta: 07/03/2023	Vivienda encuestada N°
	Dirección de la vivienda: Av. Huancabamba S/N Huarmaco	12
	Otra referencia: La primavera	
	N° de pisos: 02	
	Área total construida: $8 \times 10 = 80 \text{ m}^2$	
	Altura entre piso: 3.00 m	
	Año de construcción: 2006	
	Tipo de ladrillo usado: Macizo Artesanal	
	Techo / Losa:	
	Tipo: Aligerado 1er N. salamina 2do N.	Espesor (cm): 20
	Dimensiones de elementos estructurales:	
	Columnas (cm): 25 x 30	Vigas (cm): 25 x 25
	Media f'c por ensayo de (Esclerometría):	
	Columnas (Kg/cm²): 198,47	Vigas (Kg/cm²): 196,17
<p style="text-align: center;"><b>Vista en planta</b></p> <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>1er nivel</span> <span>2do nivel</span> </p>		
Observaciones y comentarios:		
_____ _____ _____		
Datos del propietario de la vivienda:		
Nombres, Apellidos y DNI del propietario(a) de la vivienda o entrevistado(a):		Firma:
Nombre: Diana Yovani		
Apellidos: zurita Cruz		
DNI: 73338405		

### Anexo 18: Ficha de encuesta de la muestra 13.

#### FICHA DE ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 1 Y 2 NIVELES

<p style="text-align: center;"><b>Vista en altura</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Vista en planta</b> <b>1er nivel</b></p> <p style="text-align: center;"><b>2do nivel</b></p>	Fecha de encuesta: 07/03/2023	Vivienda encuestada N°
	Dirección de la vivienda:	13
	Av. Huancabamba s/n Huarmana	
	Otra referencia:	
	La primavera	
	N° de pisos:	02
	Área total construida:	12 x 5,50 = 66 m <sup>2</sup>
	Altura entre piso:	3.00 m
	Año de construcción:	2010
	Tipo de ladrillo usado:	King Kong - 1er N. Pandereta - 2do N.
Techo / Losa:		
Tipo:	Espesor (cm):	
Losa - 1er N. calamina - 2do N.	20	
Dimensiones de elementos estructurales:		
Columnas (cm):	Vigas (cm):	
30 x 30	30 x 30	
Media f'c por ensayo de (Esclerometría):		
Columnas (Kg/cm <sup>2</sup> ):	Vigas (Kg/cm <sup>2</sup> ):	
192,38	198,47	
Observaciones y comentarios:		
<hr/> <hr/> <hr/>		
Datos del propietario de la vivienda:		
Nombres, Apellidos y DNI del propietario(a) de la vivienda o entrevistado(a):		Firma:
Nombre:	Diana Yovani	
Apellidos:	Zurita Cruz	
DNI:	73338405	

## Anexo 19: Ficha de encuesta de la muestra 14.

### FICHA DE ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 1 Y 2 NIVELES

<p style="text-align: center;"><b>Vista en altura</b></p>	Fecha de encuesta: 08/03/2023	Vivienda encuestada N°
	Dirección de la vivienda: Ca. Antonio Raymondí s/n	14
	Otra referencia: La primavera	
	N° de pisos: 02	
	Área total construida: $8 \times 13 = 104 \text{ m}^2$	
	Altura entre piso: 3.00 m	
	Año de construcción: 2013	
	Tipo de ladrillo usado: King Kong - 1er N° Paudere Ta - 2do N	
Techo / Losa:		
Tipo: Aligerado Calamina	Espesor (cm): 20	
Dimensiones de elementos estructurales:		
Columnas (cm): 30 x 25	Vigas (cm): 30 x 30	
Media f'c por ensayo de (Esclerometría):		
Columnas (Kg/cm²): 206,88	Vigas (Kg/cm²): 207,67	
<p style="text-align: center;"><b>Vista en planta</b></p> <p style="display: flex; justify-content: space-around;"><span>1er nivel</span> <span>2do nivel</span></p>		
Observaciones y comentarios:		
_____ _____ _____		
Datos del propietario de la vivienda:		
Nombres, Apellidos y DNI del propietario(a) de la vivienda o entrevistado(a):		Firma:
Nombre: Darwin Abel		
Apellidos: Padilla Huaman		
DNI: 72537192		



## Anexo 20: Ficha de encuesta de la muestra 15.

### FICHA DE ENCUESTA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE 1 Y 2 NIVELES

<p style="text-align: center;"><b>Vista en altura</b></p>	Fecha de encuesta: 08/03/2023	Vivienda encuestada N°
	Dirección de la vivienda: Ca. Bernardino Ferrante - pasaje-1 S/N	15
	Otra referencia: La primavera	
	N° de pisos: 01	
	Área total construida: $4 \times 5 = 20 \text{ m}^2$	
	Altura entre piso: 2,30 m	
	Año de construcción: 2004	
	Tipo de ladrillo usado: Macizo A.	
	Techo / Losa:	
	Tipo: Aligerado	Espesor (cm): 20
	Dimensiones de elementos estructurales:	
	Columnas (cm): $25 \times 25$	Vigas (cm): $25 \times 25$
	Media f'c por ensayo de (Esclerometría):	
	Columnas (Kg/cm²): 196,94	Vigas (Kg/cm²): 201,52
	Vista en planta	
Observaciones y comentarios:		
_____ _____ _____		
Datos del propietario de la vivienda:		
Nombres, Apellidos y DNI del propietario(a) de la vivienda o entrevistado(a):		Firma:
Nombre: Adalaida		
Apellidos: Huancas Huancas		
DNI: 80462079		

## Anexo 21: Caracterización del tipo de suelo.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica a partir de curvas de fragilidad considerando la variabilidad del material, sector La Primavera, Huarmaca-Huancabamba-Piura

### INFORME DE MECANICA DE SUELOS



#### AUTOR

Chinchay Chinchay, Royer Omar ([orcid.org/0000-0002-8924-5594](https://orcid.org/0000-0002-8924-5594))

CHICLAYO - PERÚ

2023





SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498

## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**TESIS:**

**EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA A  
PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL  
MATERIAL, SECTOR LA PRIMAVERA -  
HUARMACA - HUANCABAMBA - PIURA**


**TESISTA:**

**ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY**

**UBICACION:**

**SECTOR : LA PRIMAVERA  
DISTRITO : HUARMACA  
PROVINCIA : HUANCABAMBA  
REGIÓN : PIURA**

**LAMBAYEQUE, FEBRERO DEL 2023**

  
Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE 3ER. PISO - OF. 301  
TLF. 074-282872 - CEL. 981042821 LAMBAYEQUE  
sepespem@telefonos.com



  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



## **INDICE**

### **1.0 GENERALIDADES**

- 1.1 OBJETO DEL ESTUDIO
- 1.2 NORMATIVIDAD
- 1.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCION DEL AREA EN ESTUDIO
- 1.4 ACCESO AL AREA DE ESTUDIO
- 1.5 CONDICIONES CLIMATICAS

### **2.0 GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO**

- 2.1 GEOMORFOLOGIA
- 2.2 GEOLOGIA
- 2.3 ASPECTOS GEODINAMICOS
- 2.4 SISMICIDAD
- 2.5 DETERMINACION DE PARAMETROS SISMICOS SEGÚN NORMA E-030
  - 2.5.1 ZONIFICACION
  - 2.5.2 CONDICIONES GEOTÉCNICAS
  - 2.5.3 PARÁMETROS DE SITIO (S, TP y TL)

### **3.0 INVESTIGACIONES REALIZADAS**

- 3.1 INVESTIGACION DE CAMPO
- 3.2 INVESTIGACIONES EN EL LABORATORIO
  - 3.2.1 IDENTIFICACION Y CLASIFICACION
  - 3.2.2 ANALISIS ESTRATIGRAFICO

### **4.0 ANALISIS DE CIMENTACION**

- 4.1 CORTE DIRECTO Y CAPACIDAD PORTANTE
  - 4.1.1 CORTE DIRECTO
  - 4.1.2 CARACTERISTICAS FISICAS Y DE RESISTENCIA
  - 4.1.3 CAPACIDAD PORTANTE
- 4.2 CALCULO DE ASENTAMIENTOS

### **5.0 PROBLEMÁTICA DE LOS SUELOS QUE SUBYACEN EN LA ZONA DE ESTUDIO**

- 5.1 AGRESIVIDAD DEL SUELO DE CIMENTACION
- 5.2 SUELOS EXPANSIVOS
- 5.3 LICUACION DE SUELOS

### **6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.0 BIBLIOGRAFIA**

### **8.0 ANEXOS**

- 8.1 MATERIAL FOTOGRÁFICO
- 8.2 RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO
- 8.3 REGISTROS: INDECOPI – OSCE
- 8.4 CERTIFICADOS DE CALIBRACION



DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com

*Lic. Martín Noriega Bances*  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM

*José Manuel Bances Acosta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831





## 1.0 GENERALIDADES

### 1.1 OBJETO DEL ESTUDIO

En el presente informe técnico se muestran los resultados y conclusiones del Estudio de Mecánica de Suelos elaborado de acuerdo a los requerimientos solicitados, previa coordinación con el responsable de la elaboración de la Tesis. El objetivo principal del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), es investigar de manera verídica las condiciones geotécnicas del subsuelo del terreno asignado a la Tesis: **EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, SECTOR LA PRIMAVERA - HUARMACA - HUANCABAMBA - PIURA**, con la finalidad de conocer y establecer con claridad las características de capacidad portante actual de los suelos subyacentes y cuanto pueden deformarse por la aplicación de las cargas que impondrán las estructuras civiles existentes y/o proyectadas, bajo ciertos parámetros y condiciones.

### 1.2 NORMATIVIDAD

El Estudio de Mecánica de Suelos, en cuanto a su alcance y procedimiento se ha efectuado bajo las siguientes normas:

- Normativa Del Reglamento Nacional De Edificaciones RNE:
  - Norma E.050 "Suelos y Cimentaciones" (RM-406-2018-VIVIENDA).
  - Norma E.030 "Diseño Sismorresistente". (RM-355-2018-VIVIENDA).
  - Norma CE.010 "Pavimentos Urbanos".
  - Norma CE.0.20 "Estabilización De Suelos Y Taludes"
- Normas Técnicas Peruanas (Normas ASTM):
  - NTP 339.134 (ASTM D 2487): Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS).
  - NTP 339.150 (ASTM D 2488): Descripción e identificación de suelos (Procedimiento visual – manual).
  - NTP 339.162 (ASTM D 420): Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción.
  - NTP 339.151 (ASTM D4220): Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos.
  - NTP 339.127 (ASTM D2216): Contenido de Humedad.
  - NTP 339.128 (ASTM D422): Análisis Granulométrico.

*José Manuel Bances Acosta*  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM

DIRECCION: CA. MANUEL SEOA N° 1333 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 956 282872 LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com



*José Manuel Bances Acosta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831







Actualmente las edificaciones pertenecen a viviendas familiares de albañilería confinada, constan de 1 y 2 niveles.

#### **1.4 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO**

El área investigada es accesible en vehículo, partiendo del Parque Principal de Huarmaca en dirección NorEste, a una distancia aproximada de 300 m.

#### **1.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS**

En Huarmaca, los veranos son cómodos y nublados y los inviernos son cortos, frescos, secos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 8 °C a 21 °C y rara vez baja a menos de 6 °C o sube a más de 23 °C.

##### **- Temperatura**

Las temperaturas máximas diarias son alrededor de 19 °C, rara vez bajan a menos de 16 °C o exceden 21 °C. La temperatura mínima promedio diaria es 18 °C el 4 de julio.

Las temperaturas mínimas diarias son alrededor de 9 °C, rara vez bajan a menos de 7 °C o exceden 10 °C. La temperatura mínima promedio diaria es 8 °C el 23 de julio.

Como referencia, el 27 de febrero, el día más caluroso del año, las temperaturas en Huarmaca generalmente varían de 11 °C a 21 °C, mientras que el 22 de julio, el día más frío del año, varían de 8 °C a 18 °C.

##### **- Humedad**

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

El nivel de humedad percibido en Huarmaca, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es *bochornoso*, *opresivo* o *insoportable*, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 0 %.



DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLE. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com

Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM

José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



**- Vientos**

La velocidad promedio del viento por hora en Huarmaca tiene variaciones estacionales *leves* en el transcurso del año.

La parte *más ventosa* del año dura *2.7 meses*, del *6 de junio* al *29 de agosto*, con velocidades promedio del viento de *más de 8.1 kilómetros por hora*. El mes *más ventoso* del año en Huarmaca es *Julio*, con vientos a una velocidad promedio de *10.3 kilómetros por hora*.

El tiempo *más calmado* del año dura *9.3 meses*, del *29 de agosto* al *6 de junio*. El mes *más calmado* del año en Huarmaca es *Abril*, con vientos a una velocidad promedio de *6.0 kilómetros por hora*.

**2.0 GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO**

**2.1 GEOMORFOLOGÍA**

El departamento de Cajamarca, se encuentra ubicado en la parte norte del país, presenta una gran diversidad ecológica con altitudes que van desde los 175 (Cerro Pitura-Contumazá) a 4,496 m.s.n.m. (Cerro Rumi Rumi- Sitacocha-Cajabamba). Su territorio abarca parte de la vertiente occidental y oriental de los Andes, cubre una extensión de 3'295,263.84 has. Morfo estructuralmente y de acuerdo al cuadro estratigráfico del departamento de Cajamarca, el departamento del mismo nombre, es un territorio conformado por diferentes formaciones geológicas las que históricamente pertenecen a la era geológica que va desde el precámbrico hasta el cenozoico cuya litología está constituido por rocas metamórficas, sedimentarias, volcánicas y depósitos del cuaternario. Morfológicamente, está conformada principalmente por la cordillera occidental que se ubica al Oeste del departamento; por un profundo cañón formado por el río Marañón, que se ubica al Este; por el sector Sur de la cordillera de El Cóndor al Norte y por la divisoria de aguas del Chinchipe con el Comaina, al Noreste; en la parte central del departamento, es decir, al Noreste de la ciudad de Cajamarca, a más de 3000 m.s.n.m., se encuentra extensas jalcas formando altiplanicies andinas, poco accidentadas. También forman parte de los rasgos morfológicos del departamento, los valles interandinos, caracterizados por encontrarse atravesado por una inmensa llanura inundable que vienen a ser el cuse o lecho de los ríos; siendo los principales, el de Cajamarca, Jequetepeque, Condebamba, Chotano, Llaucano, Chamaya y Chinchipe.

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 981-282872 – LAMBAYEQUE

sepesper.com

Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831





## 2.2 GEOLOGÍA

El área de estudio, está ubicado en la región Norte del Perú, en el Distrito de Huarmaca, en el departamento de Piura.

El relieve característico de la región se ha desarrollado en su mayor parte en afloramientos de roca volcánico-sedimentarias (andesitas interpuestas con limolitas-arcillitas) denominadas como Volcánico Lancones, que están cubiertas por sistemas depositacionales de conos aluviales fluviales. Las rocas que predominan en la parte baja de la quebrada son andesitas gris verdosas macizas, masivas, interestratificados con horizontes limo-arcillíticos amarillentos, poco consolidados y en estratos de mediana potencia.

Los afloramientos se encuentran en franco proceso de meteorización y fracturados, con tonalidades grises a gris amarillentas, algunas fracturas están rellenas por cuarzo. Las fracturas debido a esfuerzo de tensión, son evidentes en los taludes de corte de la carretera Suyo-Macará. Cubriendo los afloramientos rocosos se hallan depósitos inconsolidados de origen fluvial y aluvial, el primero constituido por fragmentos de naturaleza ígnea, redondeados de tamaño variable, y los segundos conformados por arcilla interpuesta en menor proporción con materiales areno-arcilloso de color marrón a pardo amarillenta, y con espesores variables que pueden superar los 5 metros.

En la zona explorada no se determinó formas geológicas importantes como fallas, discordancias, aberturas, grietas, fisuras importantes.

### Geodinámica

En la zona explorada no se determinó formas geológicas importantes como fallas, discordancias, aberturas, grietas, fisuras importantes, cuya existencia afectaría la seguridad de la obra en sí.

La geodinámica externa en el área del estudio no presenta en la actualidad riesgo alguno como son huaycos, deslizamientos de masa de tierra, inundaciones, etc.

## 2.3 ASPECTOS GEODINÁMICOS

Del reconocimiento efectuado en áreas adyacentes a la zona de estudio se desprende que fenómenos como inundaciones y otros no son factibles de ocurrir, no existiendo acción geodinámica alguna que ponga en riesgo su estabilidad.

En su condición actual la superficie del terreno seleccionado se encuentra estable y no presenta problemas geodinámicos de inestabilidad.

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 9569042281 LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com

Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



## 2.4 SISMICIDAD

A partir de las investigaciones de los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú y el mapa de zona sísmica de máximas intensidades observada en el Perú, lo cual está basada en isosistas de Sismos Peruanos y datos de intensidades del sismo histórico y reciente se concluye que, de acuerdo al área sísmica de la zona de estudio, existe la posibilidad de que ocurra un sismo de intensidad media.

El Perú por estar comprendido como una de las regiones de alta actividad sísmica, forma parte del cinturón circunpacífico, que es una de las zonas más activas del mundo.

Dentro del territorio peruano se ha establecido diversas zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de sismos. Según el mapa de zonificación sísmica y de acuerdo a las Normas Sismo Resistente E-030, del Reglamento Nacional de Edificaciones, la zona de estudio se encuentra comprendida en la zona 3, correspondiente a una sismicidad de intensidad media V a VII en la escala de Mercalli Modificado.

La fuerza horizontal o cortante en la base debido a la acción sísmica se determina por la siguiente fórmula

$$H = \frac{ZxUxSxCxP}{Rd}$$

## 2.5 DETERMINACION DE PARAMETROS SISMICOS SEGÚN NORMA E-030

Para el diseño estructural debe tenerse en cuenta diversos factores como: Factor de zona (Z), factor de uso (U), factor de suelo (S) y periodos de vibración del suelo ( $T_P$ ) y ( $T_L$ ).

### 2.5.1 ZONIFICACION

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 2. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com

Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO · SEPEPEM



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR. 178831



Figura N°. 2 Mapa de Zonas Sísmicas.



A cada zona se asignado un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad. Para el caso de nuestro estudio la zona corresponde a  $Z=0.35$ .

Tabla N° 1: Factores de Zona "Z"

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com

Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831

**2.5.2 CONDICIONES GEOTÉCNICAS.**

Según el numeral 2.3.1 y 2.3.2 del anexo 2 de la norma vigente y de acuerdo a los datos obtenidos, los perfiles de suelo sobre los cuales se debe cimentar son:

**Perfil Tipo S<sub>3</sub>: Suelos Blandos**

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte  $V_s$ , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimenta sobre:

- Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT  $N_{60}$  menor que 15.
- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada  $S_u$ , entre 25 kPa (0,25 kg/cm<sup>2</sup>) y 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier perfil que no corresponda al tipo S<sub>4</sub> y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad  $PI$  mayor que 20, contenido de humedad  $\omega$  mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada  $S_u$  menor que 25 kPa.

**Tabla N° 2: Clasificación de Los Perfiles de Suelos**

PERFIL	$V_s$	$N_{60}$	$S_u$
S <sub>0</sub>	>1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kp
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kpa a 100 kpa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kpa a 50 kpa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

**2.5.3 PARÁMETROS DE SITIO (S, TP y TL).**

Se ha considerado el tipo de perfil que mejor describe las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo  $S$  y de los períodos  $TP$  y  $TL$  dados en las Tablas N° 3 y N° 4.

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301  
TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

Lie. Martín Ixora  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM

sepepem@telecom.com



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



Tabla N° 3. Factores de Suelo "S"

suelo zona	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla N° 4. Periodos "T<sub>P</sub>" Y "T<sub>L</sub>"

	Perfil del suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (S)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (S)	3,0	2,5	2,0	1,6

- El período fundamental de la estructura (T), que depende de la altura de la construcción y características estructurales (debe ser calculado por el proyectista).
- Factor de ampliación sísmica (C)
  - $T < T_P$      $C = 2.50$
  - $T_P < T < T_L$      $C = 2.50 (T_P/T)$
  - $T > T_L$      $C = 2.50 (T_P \cdot T_L / T^2)$
- Peso de la edificación (P).
- Coeficiente de reducción adimensional (R)

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301  
TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM

sepespen@hotmail.com



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831

### 3.0 INVESTIGACIONES REALIZADAS

#### 3.1 INVESTIGACION DE CAMPO

Los trabajos de campo han sido dirigidos con el fin de poder obtener la información necesaria para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo mediante un programa de exploración directa, habiéndose ejecutado cinco (05) calicatas a cielo abierto según la Norma Técnica ASTM D420; distribuidas estratégicamente de acuerdo a la extensión del terreno estudiado, denominadas como: **C1**, **C2**, **C3**, **C4** y **C5**, de tal manera que abarquen toda el área destinada a la realización del presente proyecto de tesis y que nos permita obtener con bastante aproximación la conformación litológica de los suelos.

Paralelamente a esta fase se han recolectado muestras representativas en su mayoría alteradas del tipo **Mab**, por cada estrato de dichas calicatas en cantidades suficientes, para sus ensayos pertinentes en el laboratorio, y muestras inalteradas del tipo **Mit** (Corte Directo), con la finalidad de realizar el cálculo y diseño de las estructuras.

Con dichas muestras y después del procesamiento respectivo se han obtenido los resultados que nos permite investigar las características geomecánicas del subsuelo y así mismo confeccionar el perfil estratigráfico del suelo, correspondiente a los sondeos practicados, y luego de la evaluación llevar a cabo la clasificación en la que se indican las diferentes características de los estratos subyacentes, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, plasticidad y consistencia.

Cuadro N° 1. Ubicación de Calicatas

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESTE (X)	NORTE (Y)
C-1	M-1	0.00 – 0.30	663569.07	9384652.94
	M-2	0.30 – 1.60		
	M-3	1.60 – 3.00		
C-2	M-1	0.00 – 0.20	663597.48	9384518.36
	M-2	0.20 – 0.70		
	M-3	0.70 – 1.30		
	M-4	1.30 – 3.00		
C-3	M-1	0.00 – 0.70	663624.71	9384562.43
	M-2	0.70 – 1.30		
	M-3	1.30 – 3.00		

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 95304282 – LAMBAYEQUE

Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM

sepepem.com



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831





**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

C-4	M-1	0.00 – 0.40	663669.70	9384666.71
	M-2	0.40 – 0.90		
	M-3	0.90 – 1.80		
	M-4	1.80 – 3.00		
C-5	M-1	0.00 – 0.30	663578.16	9384566.02
	M-2	0.30 – 1.00		
	M-3	1.00 – 1.30		
	M-4	1.30 – 3.00		

### 3.2 INVESTIGACIONES EN EL LABORATORIO

Las muestras extraídas de las 05 excavaciones en el trabajo de campo, fueron analizadas en el Laboratorio, obteniéndose los parámetros que nos permita deducir las condiciones de cimentación bajo las especificaciones normadas en el **REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES – NORMA E-050**, tales como:

#### ENSAYOS ESTANDARD

- ❖ Análisis granulométrico ..... NTP 339.128 (ASTM D422)
- ❖ Contenido de Humedad ..... NTP 339.127 (ASTM D2216)
- ❖ Límite Líquido ..... NTP 339.129 (ASTM D423)
- ❖ Límite Plástico ..... NTP 339.129 (ASTM D424)
- ❖ Clasificación de Suelos (SUCS) ..... NTP 339.134 (ASTM D2487)
- ❖ Procedimiento visual-manual ..... NTP 339.150 (ASTM D2488)

#### ENSAYOS ESPECIALES

- ❖ Corte Directo ..... NTP 339.171 (ASTM D3080)
- ❖ Sales Solubles Totales ..... NTP 339.152 (BS 1377)
- ❖ Contenido de Sulfatos ..... NTP 339.178 (AASHTO T290)
- ❖ Contenido de Cloruros ..... NTP 339.177 (AASHTO T291)

#### 3.2.1 IDENTIFICACION Y CLASIFICACION

La identificación y clasificación se realizó de acuerdo a lo especificado en la norma ASTM – D2487, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS.

La identificación nos ha determinado el tipo de ensayos a realizar en el laboratorio, para el tipo de suelo hallado, teniendo en cuenta la finalidad buscada, de determinar si el suelo subyacente es apto para la construcción correspondiente.

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com

*Lic. Martín Noriega Bances*  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



*José Manuel Bances Acosta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



### 3.2.2 ANALISIS ESTRATIGRAFICO

En base al trabajo de campo en el área de estudio y resultados de los ensayos de Laboratorio, se han elaborado 05 perfiles estratigráficos del terreno, los que se detallan a continuación para su mejor apreciación.

#### CALICATA C – 1

##### Estrato 1

**Profundidad 0.00 – 0.30 m.** Estrato compuesto por Limos de alta plasticidad, de consistencia media, de color marrón a beige oscuro, clasificados en el sistema “SUCS”, como un suelo “MH”, con una humedad natural de 37.31% y un contenido de sales de 0.11%.

##### Estrato 2

**Profundidad 0.30 – 1.60 m.** Estrato compuesto por Limos de alta plasticidad, de consistencia media, de color marrón a beige claro, clasificados en el sistema “SUCS”, como un suelo “MH”, con una humedad natural de 36.59% y un contenido de sales de 0.10%.

##### Estrato 3

**Profundidad 1.60 – 3.00 m.** Estrato compuesto por Limos de alta plasticidad, de consistencia media, de color marrón a beige claro con manchas blanquecinas, clasificados en el sistema “SUCS”, como un suelo “MH”, con una humedad natural de 39.59% y un contenido de sales de 0.09%.

Hasta la profundidad explorada no se detectó el nivel freático.

#### CALICATA C – 2

##### Estrato 1

**Profundidad 0.00 – 0.20 m.** Estrato compuesto por Limos de alta plasticidad, de consistencia media, de color marrón a beige oscuro, clasificados en el sistema “SUCS”, como un suelo “MH”, con una humedad natural de 35.53% y un contenido de sales de 0.11%.

##### Estrato 2

**Profundidad 0.20 – 0.70 m.** Estrato compuesto por Limos de alta plasticidad, de consistencia media, de color marrón a beige claro con manchas verdosas y oxidantes, clasificados en el sistema “SUCS”, como


DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com

  
Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831





**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

un suelo "MH", con una humedad natural de 38.35% y un contenido de sales de 0.10%.

**Estrato 3**

**Profundidad 0.70 – 1.30 m.** Estrato compuesto por Limos de alta plasticidad, de consistencia media, de color marrón verdoso con manchas oxidantes, clasificados en el sistema "SUCS", como un suelo "MH", con una humedad natural de 34.72% y un contenido de sales de 0.09%.

**Estrato 4**

**Profundidad 1.30 – 3.00 m.** Estrato compuesto por Limos de alta plasticidad, de consistencia media, de color marrón a beige claro con manchas blanquecinas y oxidantes, clasificados en el sistema "SUCS", como un suelo "MH", con una humedad natural de 47.19% y un contenido de sales de 0.09%.

Hasta la profundidad explorada no se detectó el nivel freático.

**CALICATA C – 3**

**Estrato 1**

**Profundidad 0.00 – 0.70 m.** Estrato compuesto por Limos de alta plasticidad, de consistencia media, de color marrón oscuro, clasificados en el sistema "SUCS", como un suelo "MH", con una humedad natural de 19.42% y un contenido de sales de 0.11%.

**Estrato 2**

**Profundidad 0.70 – 1.30 m.** Estrato compuesto por Limos de alta plasticidad, de consistencia media, de color marrón a beige claro con manchas negruzcas, clasificados en el sistema "SUCS", como un suelo "MH", con una humedad natural de 34.87% y un contenido de sales de 0.10%.

**Estrato 3**

**Profundidad 1.30 – 3.00 m.** Estrato compuesto por Limos de alta plasticidad, de consistencia media, de color beige claro con manchas negruzcas, clasificados en el sistema "SUCS", como un suelo "MH", con una humedad natural de 24.49% y un contenido de sales de 0.09%.

Hasta la profundidad explorada no se detectó el nivel freático.

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLE. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@com

*Lic. Martín Noriega Bances*  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



*José Manuel Bances Acosta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

**CALICATA C – 4**

**Estrato 1**

**Profundidad 0.00 – 0.40 m.** Estrato compuesto por Limos de alta plasticidad, de consistencia media, de color beige claro con mancha rojizas, clasificados en el sistema “**SUCS**”, como un suelo “**MH**”, con una humedad natural de 28.74% y un contenido de sales de 0.11%.

**Estrato 2**

**Profundidad 0.40 – 0.90 m.** Estrato compuesto por Limos de alta plasticidad, de consistencia media, de color rojizo con manchas amarillentas, clasificados en el sistema “**SUCS**”, como un suelo “**MH**”, con una humedad natural de 32.65% y un contenido de sales de 0.10%.

**Estrato 3**

**Profundidad 0.90 – 1.80 m.** Estrato compuesto por Limos de alta plasticidad, de consistencia media, de color marrón claro con manchas oxidantes y blanquecinas, clasificados en el sistema “**SUCS**”, como un suelo “**MH**”, con una humedad natural de 33.31% y un contenido de sales de 0.08%.

**Estrato 4**

**Profundidad 1.80 – 3.00 m.** Estrato compuesto por Limos de alta plasticidad, de consistencia media, de color marrón rojizo claro, clasificados en el sistema “**SUCS**”, como un suelo “**MH**”, con una humedad natural de 41.74% y un contenido de sales de 0.08%.

Hasta la profundidad explorada no se detectó el nivel freático.

**CALICATA C – 5**

**Estrato 1**

**Profundidad 0.00 – 0.30 m.** Estrato compuesto por Limos de baja plasticidad, de consistencia media, de color marrón a beige oscuro, clasificados en el sistema “**SUCS**”, como un suelo “**ML**”, con una humedad natural de 21.24% y un contenido de sales de 0.12%.

**Estrato 2**

**Profundidad 0.30 – 1.00 m.** Estrato compuesto por Limos de baja plasticidad, de consistencia media, de color marrón a beige claro, clasificados en el sistema “**SUCS**”, como un suelo “**ML**”, con una humedad natural de 28.67% y un contenido de sales de 0.10%.

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

[sepespem@hotmail.com](mailto:sepespem@hotmail.com)

*Lic. Martín Noriega Bances*  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



*José Manuel Bances Acosta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831





**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

**Estrato 3**

**Profundidad 1.00 – 1.30 m.** Estrato compuesto por Limos de baja plasticidad, de consistencia media, de color marrón a beige oscuro, clasificados en el sistema “SUCS”, como un suelo “ML”, con una humedad

natural de 26.46% y un contenido de sales de 0.08%.

**Estrato 4**

**Profundidad 1.30 – 3.00 m.** Estrato compuesto por Limos de alta plasticidad, de consistencia media, de color marrón rojizo, clasificados en el sistema “SUCS”, como un suelo “ML”, con una humedad natural de 8.58% y un contenido de sales de 0.07%.

Hasta la profundidad explorada no se detectó el nivel freático.

**Cuadro N° 2. Resumen de Ensayos Y Clasificación de Suelos**

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	GRANULOMETRIA			LIMITES ATTTERBERG			CLASIFICACION	
			N° 04	N° 40	N° 200	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO
C-1	M-1	0.00 – 0.30	100.00	99.57	98.31	69.39	49.65	19.74	MH	A-7-5 (16)
	M-2	0.30 – 1.60	100.00	97.84	93.73	58.78	44.10	14.68	MH	A-7-5 (14)
	M-3	1.60 – 3.00	100.00	95.13	83.76	70.12	49.78	20.34	MH	A-7-5 (16)
C-2	M-1	0.00 – 0.20	98.17	95.02	87.51	50.61	39.40	11.21	MH	A-7-5 (11)
	M-2	0.20 – 0.70	99.44	94.87	89.04	53.65	41.36	12.29	MH	A-7-5 (12)
	M-3	0.70 – 1.30	99.73	94.27	86.58	64.58	38.79	25.79	MH	A-7-5 (18)
	M-4	1.30 – 3.00	99.64	96.61	90.21	61.62	42.59	19.03	MH	A-7-5 (16)
C-3	M-1	0.00 – 0.70	99.88	98.06	94.91	52.73	29.49	23.24	MH	A-7-6 (16)
	M-2	0.70 – 1.30	100.00	95.67	87.53	51.22	34.87	16.35	MH	A-7-5 (13)
	M-3	1.30 – 3.00	100.00	99.54	98.17	63.56	41.87	21.69	MH	A-7-5 (17)
C-4	M-1	0.00 – 0.40	100.00	97.58	91.04	61.42	39.34	22.08	MH	A-7-5 (17)
	M-2	0.40 – 0.90	97.42	93.36	86.58	55.97	37.14	18.83	MH	A-7-5 (15)
	M-3	0.90 – 1.80	99.89	96.45	91.88	59.58	40.28	19.30	MH	A-7-5 (16)
	M-4	1.80 – 3.00	99.01	95.42	87.80	60.99	42.02	18.97	MH	A-7-5 (16)
C-5	M-1	0.00 – 0.30	98.25	94.12	89.09	48.12	31.32	16.80	ML	A-7-5 (12)
	M-2	0.30 – 1.00	99.77	98.20	94.62	47.79	35.54	12.25	ML	A-7-5 (10)
	M-3	1.00 – 1.30	99.13	97.95	93.88	39.62	31.06	8.56	ML	A-7-5 (10)
	M-4	1.30 – 3.00	98.76	94.19	88.97	45.86	31.10	14.76	ML	A-7-5 (12)

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com

Lie. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



#### 4.0 ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

Basado en los trabajos de campo, registros estratigráficos, características de los suelos encontrados, y niveles de edificaciones existentes (1 y 2 niveles), es recomendable cimentar a una profundidad mínima de:  $D_f = 1.50\text{m.}$ , con respecto a la cota natural de la superficie actual del terreno, apoyándose siempre sobre el terreno natural.

#### 4.1 CORTE DIRECTO Y CAPACIDAD PORTANTE

##### 4.1.1 CORTE DIRECTO

Este ensayo se realizó de acuerdo a las especificaciones **ASTM – D3080**, con cargas verticales que producen esfuerzos de 0.50, 1.00 y 1.50  $\text{Kg/cm}^2$ , para tal fin se utilizaron muestras inalteradas tipo **Mit** extraídas de las calicatas ensayadas: **C1** a la **C5**; referido al nivel de terreno natural (Corte Saturado).

##### 4.1.2 CARACTERISTICIAS FISICAS Y DE RESISTENCIA A NIVEL DE CIMENTACION

CALICATA	C1-M2	C2-M4	C3-M3	C4-M3	C5-M4
PROF.(m)	0.30 – 1.60	1.30 – 3.00	1.30 – 3.00	0.90 – 1.80	1.30 – 3.00
• LL	58.78%	61.62%	63.56%	59.58%	45.86%
• LP	44.10%	42.59%	41.87%	40.28%	31.10%
• IP	14.68%	19.03%	21.69%	19.30%	14.76%
• $\gamma$	1.135	1.164	1.145	1.143	1.372
• % Wn	33.43%	43.18%	31.56%	33.11%	25.67%
• % Wsat	45.15%	48.19%	47.20%	46.15%	42.17%
• $\phi$	10.30°	10.00°	9.80°	10.10°	15.00°
• C	0.38	0.38	0.39	0.39	0.28
• CLASF. SUCS	MH	MH	MH	MH	ML

Donde :

- LL : Límite Líquido
- LP : Límite Plástico
- IP : Índice Plástico
- % W : Contenido de Humedad
- $\gamma$  : Densidad del suelo seco,  $\text{Ton/m}^3$
- $\phi$  : Angulo de fricción interna del suelo
- C : Cohesión del suelo,  $\text{Ton/m}^2$

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TEL. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@sepespem.com

Lic. Marlon Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



#### 4.1.3 CAPACIDAD PORTANTE

Para efecto de diseño se adjunta el cálculo de la resistencia admisible del terreno, para cimentación continua como aislada. Se adjunta la expresión de Terzaghi para falla local.

**a) Para Cimentación Continua.-**

$$Q_d = (2/3). C.N'_c + \gamma.D_f.N'_q + (1/2). \gamma.B.N'_\gamma$$

**b) Para Cimentación Aislada.-**

$$Q_d = 1.3 (2/3). C.N'_c + \gamma.D_f.N'_q + (0.4). \gamma.B.N'_\gamma$$

**c) Capacidad Admisible.-**

$$Q_{adm} = q_d/FS$$

**d) Factor De Seguridad (FS).-**

$$FS = 3$$

Considerando:

D<sub>f</sub> : Profundidad de cimentación, m.

B : Ancho de cimentación, m.

N'<sub>c</sub>, N'<sub>q</sub>, N'<sub>γ</sub> : Factores de capacidad de carga de Terzaghi

**e) CUADRO RESUMEN.-**

Se ha analizado la capacidad admisible para las 05 calicatas ensayadas, la siguiente tabulación calculada con los factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi

Cuadro N° 3. Capacidad Admisible del terreno

CALICATA	PROFUNDIDAD	ANCHO CIMENTACION	CAPACIDAD ADMISIBLE (Kg/cm <sup>2</sup> )	
	D <sub>f</sub> (m)	B (m)	CIMENTACION CONTINUA	CIMENTACION AISLADA
C - 1	1.50	1.00	0.73	0.91
C - 2	1.50	1.00	0.73	0.90
C - 3	1.50	1.00	0.73	0.91
C - 4	1.50	1.00	0.74	0.92
C - 5	1.50	1.00	0.74	0.89

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com

Lic. Martín Noriega Bonales  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



José Manuel Bances Acós  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



#### 4.2 CALCULO DE ASENTAMIENTOS

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados asentamientos totales y asentamientos diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa una pulgada (1"), que es el asentamiento máximo permisible para estructuras del tipo convencional.

El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad, considerando el tipo de cimentación superficial recomendado. Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme.

El asentamiento elástico inicial será:

$$s = \Delta q_s B(1-u^2) \frac{l_f}{E_s}$$

donde:

- S = asentamiento (cm)
- $\Delta q_s$  = esfuerzo neto transmisible (Kg/cm<sup>2</sup>)
- B = ancho de cimentación (m)
- $E_s$  = módulo de elasticidad (Kg/cm<sup>2</sup>)
- U = relación de poisson
- l<sub>f</sub> = factor de influencia que depende de la forma de rigidez de la cimentación (cm/m)

Las propiedades elásticas de la cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde irá desplantada la cimentación.

Para este tipo de suelos limosos donde irá desplantada la cimentación es conveniente considerar un módulo de elasticidad de  $E = 900 \text{ Tn/m}^2$  y un coeficiente de Poisson  $u = 0.30$ .

Para los cálculos de asentamiento se ha considerado que los esfuerzos transmitidos sean iguales a la capacidad admisible de carga.

##### a) Cimentación Corrida

Para  $D_f = 1.50 \text{ m}$

$$\Delta q_s = 0.73 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 1.00 \text{ m}$$

$$E_s = 90 \text{ kg/cm}^2$$

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com

Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

$$I_f = 170 \text{ cm/m}$$

$$U = 0.30$$

Se obtiene:

$$s = 1.25 \text{ cm}$$

**b) Cimentación Aislada**

Para  $D_f = 1.50 \text{ m}$

$$\Delta q_s = 0.89 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 1.50 \text{ m}$$

$$E_s = 90 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_f = 82 \text{ cm/m}$$

$$U = 0.30$$

Se obtiene:

$$s = 1.48 \text{ cm}$$

Concluimos que el asentamiento máximo en esta zona será 1.48 cm, inferior a lo permisible (2.54 cm), por lo que no se presentarán problemas por asentamiento.

**5.0 PROBLEMÁTICA DE LOS SUELOS QUE SUBYACEN EN LA ZONA EN ESTUDIO**

**5.1 AGRESION AL SUELO DE CIMENTACION**

La presencia de sales solubles totales; cuando se encuentran en los suelos en los que van a descansar las estructuras de concreto (cimentación), pueden penetrar de acuerdo a la porosidad del concreto, haciéndolo susceptible de colapsar por inmersión al disolverse las ligas químicas por la vía húmeda con que ha penetrado haciéndolo frágil y expansivo, envejeciéndolo prematuramente y destruyéndolo según sea el caso.

Se ha determinado el contenido de sales solubles de todas las muestras representativas tipo **Mab**, de las 05 calicatas ensayadas.

Según los resultados encontrados indican, que el suelo en estudio contiene moderada concentración de sales solubles totales, por lo que de acuerdo a las recomendaciones de la (ACI) requiere el uso de cemento tipo "**MS**" en los elementos de cimentación.

**5.2 SUELOS EXPANSIVOS**

El límite líquido máximo ocurre en la calicata **C1 – M3** y vale **70.12 %** y su correspondiente índice plástico es de **20.34 %**. Según la clasificación de **Holtz y Gibbs** el grado de expansión del suelo es **medio**, y el cambio de volumen del

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@gmail.com

Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



José Manuel Bances  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831





suelo del estado seco al saturado está entre 10% y 20%, por lo que podría afectar a las estructuras a realizar y/o existentes.

Índice de Plasticidad	Expansión Probable	Potencial de Hinchamiento
0 - 15	<10	Bajo
15 - 25	10 – 20	Medio
25 - 55	20 – 30	Alto
>55	>30	Muy alto

### 5.3 LICUACION DE SUELOS

Los fenómenos de licuación consisten en la pérdida rápida de resistencia al esfuerzo cortante, temporal o definitiva. Tal pérdida conduce al colapso a cualquier estructura edificada sobre un material que entre en licuación.

La licuación casi instantánea ha ocurrido en arcillas saturadas muy sensibles y en arenas finas sueltas, sobre todo en condición saturada. Los suelos granulares más susceptibles a la licuación son los finos, de estructura suelta, saturados. Estas características describen a las arenas finas y uniformes y a los suelos finos no plásticos o sus mezclas.

En la zona en estudio no se tiene predominio de arenas ni presencia del nivel freático, por lo que no existe la posibilidad de licuación ante la eventualidad de un sismo severo.

Lic. Martín Noriega Bar.  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



## 6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los trabajos de campo, análisis de Laboratorio, a las características y al análisis efectuado del proyecto de Tesis: “EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, SECTOR LA PRIMAVERA - HUARMACA - HUANCABAMBA – PIURA”, se concluye lo siguiente:

1. La zona de estudio se encuentra ubicada en el Sector La Primavera, en el Distrito de Huarmaca, Provincia de Huancabamba, Región Piura.
2. Los suelos encontrados como **TERRENO NATURAL**, y que forman parte del proyecto de Tesis “EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, SECTOR LA PRIMAVERA - HUARMACA - HUANCABAMBA – PIURA” se encuentran clasificados en el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) como suelos **MH** y **ML** Limos de alta y baja plasticidad, de compacidad media y características cohesivas.
3. De acuerdo con la nueva Norma Técnica de Edificación E-030 Diseño Sismo-resistente del RNE-2018 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los análisis sismo-resistentes, los siguientes parámetros:

Factor	Valor	Observaciones
Factor de zona (Z)	0.35	Huarmaca, pertenece a la
Factor de uso (U)	1.0	zona 3 del mapa de
Factor de amplificación suelo (S)	1.2	zonificación del Perú suelos
Período de vibración del suelo ( $T_p$ )	1.0	clasificados como flexibles
Período de vibración del suelo ( $T_L$ )	1.6	perfil tipo $S_3$

4. Las edificaciones (viviendas) existentes en la zona de estudio son de albañilería confinada de 1 y 2 niveles.
5. De acuerdo a la caracterización del suelo, es recomendable optar por el uso de una cimentación superficial del tipo **continúa** unidas con viga de conexión.

Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 - 3ER. PISO - OF. 301

TLF. 074-282872 - CEL. 956904282 - LAMBAYEQUE

sepepem@hotmail.com



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831






**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

6. La presión admisible del suelo para una **Cimentación Continua** tiene un valor de  $q_a=0.73 \text{ Kg/cm}^2$ , a una profundidad de cimentación mínima **Df=1.50m.** bajo el nivel del terreno natural.
7. La presión admisible del suelo para una **Cimentación Aislada** tiene un valor de  $q_a=0.89 \text{ Kg/cm}^2$ , a una profundidad de cimentación mínima **Df=1.50m.** bajo el nivel del terreno natural.
8. El asentamiento que se producirá haciendo uso de zapatas cuadradas de ancho promedio de **1.50 m.**, es de **1.48 cm.**, compatible con la teoría analítica de capacidad de carga de **K.V. TERZAGHI**, que recomienda un asentamiento máximo permisible de 1" (2.54 cm.).
9. Hasta la profundidad explorada, no se detectó el nivel freático.
10. Los suelos de la zona en estudio, presentan Moderada concentración de sales solubles totales, por lo tanto, se recomienda utilizar el cemento apropiado, tal como el tipo "MS" a nivel de cimentación.
11. Las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente informe técnico son solo aplicables para el área estudiada. De ninguna manera se puede aplicar a otros sectores u otros fines.

  
**Lic. Martín Noriega Bances**  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831






### 7.0 BIBLIOGRAFIA

- Reglamento Nacional de Construcción.
- Mecánica de Suelos y Cimentación, Crespo Villalaz.
- Propiedades Geofísicas de los suelos, Joseph Bowles.
- Norma E – 030, Diseño Sismorresistente.
- Norma Técnica de Edificación E-050, Suelos y Cimentaciones.
- Mecánica de Suelos Aplicada a Cimentaciones Jorge Alva Hurtado.
- Normas Peruanas de Estructuras, (ACI).



Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 178831

**C-1**

**SOLICITANTE:**

**CHINCHAY CHINCHAY, ROYER OMAR**

**PROYECTO:**

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD  
SÍSMICA A PARTIR DE CURVAS DE  
FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA  
VARIABILIDAD DEL MATERIAL, SECTOR  
LA PRIMAVERA, HUARMACA-  
HUANCABAMBA-PIURA**

**CORDENADAS (663569.07, 9384652.94)**



**C-2**

**SOLICITANTE:**

**CHINCHAY CHINCHAY, ROYER OMAR**

**PROYECTO:**

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD  
SÍSMICA A PARTIR DE CURVAS DE  
FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA  
VARIABILIDAD DEL MATERIAL, SECTOR  
LA PRIMAVERA, HUARMACA-  
HUANCABAMBA-PIURA**

**CORDENADAS (663597.48, 9384518.36)**



*Lic. Martin Noriega Bances*  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE Nº 137 3ER. PISO – OF. 301  
TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com



*José Manuel Bances Acosta*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



**C-3**

**SOLICITANTE:**

**CHINCHAY CHINCHAY, ROYER OMAR**

**PROYECTO:**

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, SECTOR LA PRIMAVERA, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA**

**CORDENADAS (663624.71, 9384562.43)**



**C-4**

**SOLICITANTE:**

**CHINCHAY CHINCHAY, ROYER OMAR**

**PROYECTO:**

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, SECTOR LA PRIMAVERA, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA**

**CORDENADAS (663669.70, 9384666.71)**



Lic. Martín Noviega Bances  
JEFE LABORATORIO SEPEPEM

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

sepepem@hotmail.com



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

**C-5**

**SOLICITANTE:**

**CHINCHAY CHINCHAY, ROYER OMAR**

**PROYECTO:**

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD  
SÍSMICA A PARTIR DE CURVAS DE  
FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA  
VARIABILIDAD DEL MATERIAL, SECTOR  
LA PRIMAVERA, HUARMACA-  
HUANCABAMBA-PIURA**

**CORDENADAS (663578.16, 9384566.02)**



  
-----  
**Lic. Martín Noriega Bances**  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



  
-----  
**José Manuel Bances Acos**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831





**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

SOLICITANTE : BACHILLER ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
 PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE LAS CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL  
 SECTOR LA PRIMAVERA - HUARMACA - HUANCABAMBA - PIURA  
 UBICACION : SECTOR LA PRIMAVERA, DIST. HUARMACA, PROV. HUANCAMBA, DPTO. PURA  
 CALICATA : C1 - COORDENADAS UTM E 663569.07 N 9384652.94  
 FECHA : 10/12/2022

REGISTRO DE PERFORACIONES					
COTA	PROFUNDIDAD		SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO	OBSERVACIONES
	(mts.)	MUESTRA			
	0.00				
		M-1	MH	Limo expansivo de alta plasticidad, consistencia media, de color marrón beige. - Limite Liquido : 69.39% - Indice de Plasticidad = 19.74% Humedad Natural: 37.31% % Sales: 0.11%	
	0.30				
		M-2	MH	Limo expansivo de alta plasticidad, consistencia media, de color marrón amarillento con manchas oxidantes. - Limite Liquido : 58.78% - Indice de Plasticidad = 14.68% Humedad Natural: 36.59% % Sales: 0.10% Corte Directo - Profundidad = 1.50m. CIMENTACION CONTINUA = 0.73 Kg/cm2 CIMENTACION AISLADA = 0.91 Kg/cm2	Nivel de cimentación.
	1.60				
		M-3	MH	Limo expansivo de alta plasticidad, consistencia media, de color marrón amarillento con manchas blanquecinas. - Limite Liquido : 70.12% - Indice de Plasticidad = 20.34% Humedad Natural: 39.59% % Sales: 0.09%	Profundidad de muestra: 3.00m. Durante el tiempo de exploración no se ubicó el nivel de aguas freáticas
	3.00				

  
**DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 - 3ER. PISO - I.O.F. 301**  
 .TLF. 074-282872 - CEL. 956904282 - LAMBAYEQUE  
 Lic. Martín Iván Rey Buñes  
 JEFE LABORATORIO - SEPEPEM      sepepem@hotmail.com      ING. JUAN PABLO BARRERA SOTO  
 Reg. CIP 178831



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

SOLICITANTE : BACHILLER ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
 PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE LAS CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL - SECTOR LA PRIMAVERA - HUARMACA - HUANCABAMBA - PIURA  
 UBICACION : SECTOR LA PRIMAVERA, DIST. HUARMACA, PROV. HUANCAMBA, DPTO. PURA  
 CALICATA : C2 - COORDENADAS UTM E 663597.48 N 9384518.36  
 FECHA : 10/12/2022

REGISTRO DE PERFORACIONES					
COTA	PROFUNDIDAD		SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO ESTRATO	OBSERVACIONES
	(mts.)	MUESTRA			
0.00					
	0.20	M-1	MH	Limo expansivo de alta plasticidad, consistencia media, de color marrón beige. - Limite Liquido : 50.61% - Indice de Plasticidad = 11.21% Humedad Natural: 35.52% % Sales: 0.11%	
	0.70	M-2	MH	Limo expansivo de alta plasticidad, consistencia media, de color amarillento con manchas verdosas y oxidantes. - Limite Liquido : 53.65% - Indice de Plasticidad = 12.29% Humedad Natural: 38.35% % Sales: 0.10% Corte Directo - Profundidad = 1.50m. CIMENTACION CONTINUA = 0.73 Kg/cm2 CIMENTACION AISLADA = 0.90 Kg/cm2	
	1.30	M-3	MH	Limo expansivo de alta plasticidad, consistencia media, de color marrón verdoso con manchas oxidantes. - Limite Liquido : 64.58% - Indice de Plasticidad = 25.79% Humedad Natural: 34.72% % Sales: 0.09%	
	3.00	M-4	MH	Limo expansivo de alta plasticidad, consistencia media, de color marrón amarillento con manchas blanquecinas y oxidantes. - Limite Liquido : 61.62% - Indice de Plasticidad = 19.03% Humedad Natural: 47.19% % Sales: 0.09%	Profundidad de muestra: 3.00m. Durante el tiempo de exploración no se ubicó el nivel de aguas freáticas  Nivel de cimentación.

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 1373 - 3ER. PISO - OF. 301

TEL. 074-282872 - CEL. 956904282 - LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com

Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831





**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

SOLICITANTE : BACHILLER ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
 PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE LAS CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL - SECTOR LA PRIMAVERA - HUARMACA - HUANCABAMBA - PIURA  
 UBICACION : SECTOR LA PRIMAVERA, DIST. HUARMACA, PROV. HUANCAMBA, DPTO. PURA  
 CALICATA : C3 - COORDENADAS UTM E 663624.71 N 9384562.43  
 FECHA : 10/12/2022

REGISTRO DE PERFORACIONES					
COTA	PROFUNDIDAD		SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO ESTRATO	OBSERVACIONES
	(mts.)	MUESTRA			
	0.00				
		M-1	MH	Limo expansivo de alta plasticidad, consistencia media, de color marrón oscuro. - Limite Liquido : 52.73% - Indice de Plasticidad = 23.24% Humedad Natural: 19.42% % Sales: 0.11%	
	0.70				
		M-2	MH	Limo expansivo de alta plasticidad, consistencia media, de color marrón amarillento con manchas negruzcas. - Limite Liquido : 51.22% - Indice de Plasticidad = 16.35% Humedad Natural: 34.87% % Sales: 0.10%	
	1.30				
		M-3	MH	Limo expansivo de alta plasticidad, consistencia media, de color amarillento con manchas negruzcas. - Limite Liquido : 63.56% - Indice de Plasticidad = 21.69% Humedad Natural: 24.49% % Sales: 0.09% Corte Directo - Profundidad = 1.50m. CIMENTACION CONTINUA = 0.73 Kg/cm2 CIMENTACION AISLADA = 0.91 Kg/cm2	Profundidad de muestra: 3.00m. Durante el tiempo de exploración no se ubicó el nivel de aguas freáticas  Nivel de cimentación.
	3.00				

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 107 - 3ER PISO - OF. 301

TEL. 074-282872 - CEL. 956904282 - LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com

MARTIN NORIEGA BANCOS  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

**SOLICITANTE :** BACHILLER ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
**PROYECTO :** EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE LAS CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL - SECTOR LA PRIMAVERA - HUARMACA - HUANCABAMBA - PIURA  
**UBICACION :** SECTOR LA PRIMAVERA, DIST. HUARMACA, PROV. HUANCAMBA, DPTO. PIURA  
**CALICATA :** C4 - COORDENADAS UTM E 663669,7 N 9384666,71  
**FECHA :** 10/12/2022

REGISTRO DE PERFORACIONES					
COTA	PROFUNDIDAD		SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO ESTRATO	OBSERVACIONES
	(mts.)	MUESTRA			
	0.00				
		M-1	MH	Limo expansivo de alta plasticidad, consistencia media, de color amarillento con manchas rojizas. - Limite Liquido : 61.42% - Indice de Plasticidad = 22.08% Humedad Natural: 28.74% % Sales: 0.11%	
	0.40				
		M-3	MH	Limo expansivo de alta plasticidad, consistencia media, de color rojizo con manchas amarillentas. - Limite Liquido : 55.97% - Indice de Plasticidad = 18.83% Humedad Natural: 32.65% % Sales: 0.10%	
	0.90				
		M-3	MH	Limo expansivo de alta plasticidad, consistencia media, de color marrón claro con manchas oxidantes y blanquecinas. - Limite Liquido : 59.58% - Indice de Plasticidad = 19.30% Humedad Natural: 33.31% % Sales: 0.08% Corte Directo - Profundidad = 1.50m. CIMENTACION CONTINUA = 0.74 Kg/cm2 CIMENTACION AISLADA = 0.92 Kg/cm2	
	1.80				
		M-4	MH	Limo expansivo de alta plasticidad, consistencia media, de color marrón rojizo claro. - Limite Liquido : 60.89% - Indice de Plasticidad = 18.97% Humedad Natural: 41.74% % Sales: 0.08%	Profundidad de muestra: 3.00m. Durante el tiempo de exploración no se ubicó el nivel de aguas freáticas
	3.00				

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 157 - 2° PISO - OF. 301

TLF. 074-282872 - CEL. 956904282 - LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com

Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM

José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831





**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

SOLICITANTE : BACHILLER ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
 PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE LAS CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL - SECTOR LA PRIMAVERA - HUARMACA - HUANCABAMBA - PIURA  
 UBICACION : SECTOR LA PRIMAVERA, DIST. HUARMACA, PROV. HUANCAMBA, DPTO. PIURA  
 CALICATA : C5 - COORDENADAS UTM E 663578.16 N 9384566.02  
 FECHA : 10/12/2022

REGISTRO DE PERFORACIONES					
COTA	PROFUNDIDAD		SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO ESTRATO	OBSERVACIONES
	(mts.)	MUESTRA			
	0.00				
		M-1	○ ML	Limo fino de mediana plasticidad, consistencia media, de color marrón beige. - Limite Liquido : 48.12% - Indice de Plasticidad = 16.80% Humedad Natural: 21.24% % Sales: 0.12%	
	0.30				
		M-2	○ ML	Limo fino de mediana plasticidad, consistencia media, de color marrón beige. - Limite Liquido : 47.79% - Indice de Plasticidad = 12.25% Humedad Natural: 28.67% % Sales: 0.10%	
	1.00				
		M-3	○ ML	Limo fino de baja plasticidad, consistencia media, de color marrón beige oscuro. - Limite Liquido : 39.62% - Indice de Plasticidad = 8.56% Humedad Natural: 26.46% % Sales: 0.08%	
	1.30				
		M-4	○ ML	Limo fino de mediana plasticidad, consistencia media, de color marrón rojizo. - Limite Liquido : 45.86% - Indice de Plasticidad = 14.76% Humedad Natural: 8.58% % Sales: 0.07% Corte Directo - Profundidad = 1.50m. CIMENTACION CONTINUA = 0.74 Kg/cm2 CIMENTACION AISLADA = 0.89 Kg/cm2	Profundidad de muestra: 3.00m. Durante el tiempo de exploración no se ubicó el nivel de aguas freáticas
	3.00				



DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com

Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM

JMB  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



PERU

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

EXPEDIENTE N° 698670-2017

RESOLUCIÓN N° 003867

-2017/DSD-Reg-Indecopi

Lima,

Con fecha 27 de marzo de 2017, NORIEGA BANCES MARTIN, de Perú, solicita la Renovación del registro N° 45419.

### 1. ANÁLISIS

Los artículos 152° y 153° de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, establecen que la renovación del registro de una marca deberá solicitarse ante la Oficina Competente, dentro de los seis meses anteriores a la fecha de su expiración. No obstante, el titular de la marca gozará de un plazo de gracia de seis meses, contados a partir de la fecha del mismo.

Asimismo, habiéndose cumplido con las formalidades establecidas en el párrafo precedente, las disposiciones contenidas en los artículos 178°, 179°, 184°, 189°, 196° y 198° de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, y el artículo 75° del Decreto Legislativo N° 1075 y sus modificatorias, en lo que corresponda; así como lo señalado por el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Indecopi; procede acceder a la renovación solicitada.

La presente Resolución se emite en aplicación de las normas legales antes mencionadas y en uso de las facultades conferidas por los artículos 36°, 40° y 41° de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - Indecopi, sancionada por Decreto Legislativo N° 1033, Reglamento y su modificatoria, concordante con el artículo 4° del Decreto Legislativo N° 1075 y sus modificatorias, que aprueba disposiciones complementarias a la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial.

### 2. DECISIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS

INSCRIBIR en el Registro de Marcas de Servicio de la Propiedad Industrial, a favor de NORIEGA BANCES MARTIN, la renovación del certificado de registro de la marca de servicio constituida por el logotipo conformado por la denominación SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES escrita en letras características; al lado izquierdo se aprecia una figura cuadrangular con bordes redondeados que contienen las letras CH, CL, SM; en la parte superior de la figura cuadrangular se observa la denominación SEPESEM escrita en letras características; todo en los colores marrón, negro y azul, de la clase 42 de la Clasificación Internacional, inscrita con certificado N° 45419, quedando bajo el amparo de ley por el plazo de diez años, contado desde el vencimiento del registro anterior, que expirará el 05 de marzo de 2027.

Regístrese y comuníquese



**Carlos Campos Franco**  
Área de Registro y Archivo  
Dirección de Signos Distintivos  
Indecopi

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL

DIRECCION: CA. MANLEY SEGANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301

TLF. 074-2826904282 – CEL. 986904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@hotmail.com

*Lic. Martín Noriega Bances*  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM







23/3/23, 11:51

CONSTANCIA DEL RNP



RUC N° 10175244498

## REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES

### CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN PARA SER PARTICIPANTE, POSTOR Y CONTRATISTA

**NORIEGA BANCES MARTIN**

Domiciliado en: LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE (Según información declarada en la SUNAT)

**Se encuentra con inscripción vigente en los siguientes registros:**

---

**PROVEEDOR DE BIENES**

Vigencia : Desde 06/01/2017

---

**PROVEEDOR DE SERVICIOS**

Vigencia : Desde 06/01/2017

---

FECHA IMPRESIÓN: 23/03/2023

**Nota:**

Para mayor información la Entidad deberá verificar el estado actual de la vigencia de inscripción del proveedor en la página web del RNP: [www.rnp.gob.pe](http://www.rnp.gob.pe) - opción [Verifique su Inscripción.](#)

Retornar

Imprimir



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
LBS-213-2022**

**HUMEDAD RÁPIDA (SPEEDY)**

**CLIENTE** : NORIEGA BANCES MARTIN  
**DIRECCIÓN** : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 137 CERCADO - LAMBAYEQUE

**DATOS DEL EQUIPO**

**Marca** : SIN MARCA  
**Modelo** : SIN MODELO  
**Serie** : 1401020  
**Capacidad** : 6 g.  
**Procedencia** : ----  
**Ubicación** : Laboratorio de Suelo y Concreto

Fecha de emisión:

Lima, 01 de Agosto del 2022

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnicero  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com.pe  
www.arsougroup.com

---

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301  
TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE  
sepespem@hotmail.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Pág. 1 de 3

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LLA-461-2022**

**TAMIZ 1"**

**CLIENTE** : NORIEGA BANCES MARTIN  
**DIRECCIÓN** : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 137 CERCADO - LAMBAYEQUE

**DATOS DEL EQUIPO**

**Marca** : INDUSTRIA COLOMBIANA  
**Serie** : N/S  
**Diámetro** : 8"  
**Estructura** : Acero  
**Procedencia** : COLOMBIA  
**Ubicación** : Laboratorio de NORIEGA BANCES MARTIN

Fecha de emisión:

Lima, 01 de Agosto del 2022

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo L. Levallo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com.pe  
www.arsougroup.com

---

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301  
TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE  
sepespem@hotmail.com





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Pág. 1 de 3

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LLA-460-2022**

**TAMIZ 2"**

**CLIENTE** : NORIEGA BANCES MARTIN  
**DIRECCIÓN** : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 137 CERCADO - LAMBAYEQUE

**DATOS DEL EQUIPO**

**Marca** : INDUSTRIA COLOMBIANA  
**Serie** : N/S  
**Diámetro** : 8"  
**Estructura** : Acero  
**Procedencia** : COLOMBIA  
**Ubicación** : Laboratorio de NORIEGA BANCES MARTIN

Fecha de emisión:

Lima, 01 de Agosto del 2022

ARSOU GROUP S.A.C.  
  
Ing. Hugo Lora  
06-7-2022

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com.pe  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Pág. 1 de 3

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LLA-453-2022**

**TAMIZ N° 4**

**CLIENTE** : NORIEGA BANCES MARTIN  
**DIRECCIÓN** : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 137 CERCADO - LAMBAYEQUE

**DATOS DEL EQUIPO**

**Marca** : INDUSTRIA COLOMBIANA  
**Serie** : N/S  
**Diámetro** : 8"  
**Estructura** : Acero  
**Procedencia** : COLOMBIA  
**Ubicación** : Laboratorio de NORIEGA BANCES MARTIN

Fecha de emisión:

Lima, 01 de Agosto del 2022

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Grevallo  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com.pe  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Pág. 1 de 3

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LLA-445-2022**

**TAMIZ N° 20**

**CLIENTE** : NORIEGA BANCES MARTIN  
**DIRECCIÓN** : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 137 CERCADO - LAMBAYEQUE

**DATOS DEL EQUIPO**

Marca : INDUSTRIA COLOMBIANA  
Serie : N/S  
Diámetro : 8"  
Estructura : Acero  
Procedencia : COLOMBIA  
Ubicación : Laboratorio de NORIEGA BANCES MARTIN

Fecha de emisión:

Lima, 01 de Agosto del 2022

ARSOU GROUP S.A.C  
  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicé  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com.pe  
www.arsougroup.com

---

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301  
TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE  
sepespem@hotmail.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Pág. 1 de 3

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LLA-456-2022**

**TAMIZ N° 40**

**CLIENTE** : NORIEGA BANCES MARTIN  
**DIRECCIÓN** : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 137 CERCADO - LAMBAYEQUE

**DATOS DEL EQUIPO**

Marca : INDUSTRIA COLOMBIANA  
Serie : N/S  
Diámetro : 8"  
Estructura : Acero  
Procedencia : COLOMBIA  
Ubicación : Laboratorio de NORIEGA BANCES MARTIN

Fecha de emisión:

Lima, 01 de Agosto del 2022

ARSOU GROUP S.A.C.  
  
Ing. Hugo Luis Arvalo Carnicé  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsoupgroup.com.pe  
www.arsoupgroup.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LLA-457-2022**

**TAMIZ N° 50**

**CLIENTE** : NORIEGA BANCES MARTIN  
**DIRECCIÓN** : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 137 CERCADO - LAMBAYEQUE

**DATOS DEL EQUIPO**

**Marca** : INDUSTRIA COLOMBIANA  
**Serie** : 172479  
**Diámetro** : 8"  
**Estructura** : Acero  
**Procedencia** : COLOMBIA  
**Ubicación** : Laboratorio de NORIEGA BANCES MARTIN

Fecha de emisión:

Lima, 01 de Agosto del 2022

ARSOU GROUP S.A.C  
  
Ing. Hugo Luis Arvalo Carriso  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsoupgroup.com.pe  
www.arsoupgroup.com





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Pág. 1 de 3

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LLA-458-2022**

**TAMIZ N° 100**

**CLIENTE** : NORIEGA BANCES MARTIN  
**DIRECCIÓN** : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 137 CERCADO - LAMBAYEQUE

**DATOS DEL EQUIPO**

**Marca** : INDUSTRIA COLOMBIANA  
**Serie** : N/S  
**Diámetro** : 8"  
**Estructura** : Acero  
**Procedencia** : COLOMBIA  
**Ubicación** : Laboratorio de NORIEGA BANCES MARTIN

Fecha de emisión:

Lima, 01 de Agosto del 2022

ARSOU GROUP S.A.C.  
  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carniel  
METS 01.0318

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com.pe  
www.arsougroup.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
LLA-459-2022**

**TAMIZ N° 200**

**CLIENTE** : NORIEGA BANCES MARTIN  
**DIRECCIÓN** : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 137 CERCADO - LAMBAYEQUE

**DATOS DEL EQUIPO**

**Marca** : INDUSTRIA COLOMBIANA  
**Serie** : N/S  
**Diámetro** : 8"  
**Estructura** : Acero  
**Procedencia** : COLOMBIA  
**Ubicación** : Laboratorio de NORIEGA BANCES MARTIN

Fecha de emisión:

Lima, 01 de Agosto del 2022

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicé  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com.pe  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Pág. 1 de 3

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LLA-464-2022**

**TAMIZ 1/2"**

**CLIENTE** : NORIEGA BANCES MARTIN  
**DIRECCIÓN** : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 137 CERCADO - LAMBAYEQUE

**DATOS DEL EQUIPO**

**Marca** : INDUSTRIA COLOMBIANA  
**Serie** : N/S  
**Diámetro** : 8"  
**Estructura** : Acero  
**Procedencia** : COLOMBIA  
**Ubicación** : Laboratorio de NORIEGA BANCES MARTIN

Fecha de emisión:

Lima, 01 de Agosto del 2022

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo ...  
Ingeniero

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com.pe  
www.arsougroup.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LLA-463-2022**

**TAMIZ 3/4"**

**CLIENTE** : NORIEGA BANCES MARTIN  
**DIRECCIÓN** : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 137 CERCADO - LAMBAYEQUE

**DATOS DEL EQUIPO**

**Marca** : INDUSTRIA COLOMBIANA  
**Serie** : N/S  
**Diámetro** : 8"  
**Estructura** : Acero  
**Procedencia** : COLOMBIA  
**Ubicación** : Laboratorio de NORIEGA BANCES MARTIN

Fecha de emisión:

Lima, 01 de Agosto del 2022

ARSOU GROUP S.A.C.  
  
Ing. Felipe Arevalo Carmichael  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsoupgroup.com.pe  
www.arsoupgroup.com



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301  
TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE  
sepespem@hotmail.com

**ARSOU Group**  
Laboratorio de Metrología

Certificado de Calibración LLA-452-2022  
Pág. 3 de 3

**7.- RESULTADOS.**

- \* En cuadro del punto 8, se indican las medidas normadas del equipo y lo datos actuales del equipo.
- \* Se colocó una etiqueta autoadhesiva para su identificación.

**8.- RESULTADO DE MEDICIÓN**

**CARACTERISTICAS DEL EQUIPO**

Marca:	ATM PRODUCTS
Tamiz 3/8"	Luz: 9.5 mm

Serie:	BS8F230328
emp.:	+/- 0.3 mm

Procedencia:	NO INDICA
Estructura:	Acero

**7.1. MEDICION DE LOS PUNTOS**

Pto	Medición ( mm)
N° 1	9.78
N° 2	9.65
N° 3	9.74
N° 4	9.66
N° 5	9.51

**UBICACION DE PUNTOS**



Promedio.: 9.67 OK

**9.- OBSERVACIÓN**

- El Tamiz no presenta ninguna observación.

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
*[Handwritten signature]*  
Ing. Hugo López

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com.pe  
www.arsougroup.com

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301  
TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE  
sepespem@hotmail.com





**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**



Pág. 1 de 4

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
LFP-067-2022**

**CELDA DE CARGA PARA PRENSA CBR**

**CLIENTE** : NORIEGA BANCES MARTIN  
**DIRECCIÓN** : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 137 CERCADO - LAMBAYEQUE

**DATOS DEL EQUIPO**

Prensa Marca : SIN MARCA, MOD. S/M, SERIE S/N  
Celda Marca : ZEMICS  
Modelo : NO INDICA  
Serie : 5 0tM2D023576  
Capacidad : 5 TN  
Procedencia : 0  
Indicador : Digital  
Ubicación : Laboratorio de NORIEGA BANCES MARTIN

Fecha de emisión:

Lima, 01 de Agosto del 2022

ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com.pe  
www.arsougroup.com

---

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301  
TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE  
sepespem@hotmail.com



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**



Pág. 1 de 6

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
LFP-066-2022**

**CORTE DIRECTO**

**CLIENTE** : NORIEGA BANCES MARTIN  
**DIRECCIÓN** : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 137 CERCADO -  
LAMBAYEQUE

**DATOS DEL EQUIPO**

<b>Marco de Corte</b>		<b>Esfuerzo Cortante</b>	
Marca	: ZHEJIANG	Celda de Carga	: AEP TRANSDUCER
Modelo	: TS	Capacidad	: 500 Kg.
Serie	: 127	Serie	: 518653
Procedencia	: CHINO		
<b>Desplazamiento Horizontal</b>		<b>Desplazamiento Vertical</b>	
Dial	: AEP TRANSDUCER	Dial	: AEP TRANSDUCER
N° Serie	: 606467	N° Serie	: 609544
Aprox.	: 0.002 mm	Aprox.	: 0.01 mm
Rango	: 5 cm	Rango	: 2.5 cm
<b>Pantalla</b>			
Marca	: Toshiba		
Modelo	: NB505		
Serie	: 6B045586K		

Fecha de emisión:  
Lima, 01 de AGOSTO del 2022.

ARSOU GROUP S.A.C  
  
Ingeniero Luis Alfredo Carnica  
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com.pe  
www.arsougroup.com

DIRECCION: CA. MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO – OF. 301  
TLF. 074-282872 – CEL. 956904282 – LAMBAYEQUE  
sepespem@hotmail.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Pág. 1 de 3

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LBS-214-2022**

**MARTILLO PROCTOR MODIFICADO DE 10 LBS**

**CLIENTE** : NORIEGA BANCES MARTIN  
**DIRECCIÓN** : CAL. MANUEL SEOANE NRO. 137 CERCADO -  
LAMBAYEQUE

**DATOS DEL EQUIPO**

Marca : SIN MARCA  
Modelo : S/M  
Serie : S/N  
Estructura : Metálica  
Acabado : Zincado  
Procedencia : 0  
Ubicación : Laboratorio de NORIEGA BANCES MARTIN

Fecha de emisión:

Lima, 01 de Agosto del 2022

ARSOU GROUP S.A.S.  
*[Handwritten Signature]*  
Ing. Hugo Luis Arevalo Cornejo  
METROLOGÍA

MZ A. E LOTE 2. URB. LA VIRREYNA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES  
Cel.: 925 151 437 / E-mail: ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**Anexo 22:** Ensayos no destructivos.



## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica a partir de curvas de fragilidad considerando la variabilidad del material, sector La Primavera, Huarmaca-Huancabamba-Piura

### **INFORME DE ESCLEROMETRIA**



**AUTOR**

Chinchay Chinchay, Royer Omar ([orcid.org/0000-0002-8924-5594](https://orcid.org/0000-0002-8924-5594))

CHICLAYO - PERÚ

2023



SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498

## INFORME DE ESCLEROMETRIA

### TESIS

“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA A  
PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO  
LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, SECTOR LA  
PRIMAVERA, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA”


### UBICACION

DISTRITO : HUARMACA  
PROVINCIA : HUANCABAMBA  
REGION : PIURA

### TESISTA

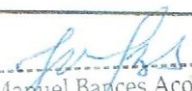
ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY

MARZO DEL 2023  
LAMBAYEQUE – PERÚ

  
Lic. Martin Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM

DIRECCION: CALLE MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO OFC.301  
TLF. 074-282872 – CELULAR 995992642 – LAMBAYEQUE  
sepespen@hotmail.com



  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CJP: 178831





ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

CONTENIDO

**I. GENERALIDADES**

- 1.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO
- 1.2. NORMATIVIDAD
- 1.3. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO
- 1.4. ACCESO AL AREA DE ESTUDIO

**II. TRABAJOS DE CAMPO**

- 2.1. INVESTIGACION DE CAMPO
- 2.2. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

**III. TRABAJO DE GABINETE**

**IV. BIBLIOGRAFIA**

**V. ANEXOS**

  
Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



## **I. GENERALIDADES**

### **1.1 Objetivo de estudio**

El objetivo del estudio de esclerometría es determinar los valores medios de resistencia a la compresión de los elementos estructurales, como columnas y vigas, presentes en las viviendas de albañilería confinada de 1 y 2 niveles ubicadas en el sector La Primavera, en Huarmaca, Huancabamba, Piura. Este estudio es parte integral del proyecto titulado **"Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica a partir de Curvas de Fragilidad considerando la Variabilidad del Material, Sector La Primavera, Huarmaca-Huancabamba-Piura"**.

La finalidad principal de este estudio es determinar la variabilidad de la resistencia de los materiales y elementos estructurales presentes en las viviendas mencionadas. Esto implica realizar mediciones utilizando un esclerómetro, un instrumento de ensayo no destructivo utilizado para estimar la resistencia del concreto o de la albañilería. El esclerómetro mide la dureza superficial de un material a través de la medición del rebote de un martillo sobre la superficie de la estructura.

La obtención de los valores medios de resistencia a la compresión permitirá conocer la capacidad estructural de las viviendas estudiadas y establecer curvas de fragilidad que reflejen el comportamiento ante eventos sísmicos. La variabilidad en la resistencia de los materiales y elementos estructurales es un factor crucial para entender y predecir la respuesta sísmica de las estructuras, así como para identificar aquellas viviendas que pueden estar en mayor riesgo de sufrir daños durante un terremoto.

### **1.2 Normatividad**

El estudio realizado, en cuanto a su alcance y procedimiento, se encuentra referido principalmente a la NTP. 339.181:2001 Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido y ASTM C805 norma desarrollada por la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials, ASTM) que se

DIRECCION: CALLE MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO OFC.301

TLF. 074-282872 – CELULAR 956904282 – LAMBAYEQUE

sepesper@hotmail.com

Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



utiliza para evaluar la resistencia del concreto mediante el método de prueba de rebote del martillo.

**1.3 Ubicación del área de estudio**

La zona de estudio se encuentra ubicada en el sector La Primavera, en el Distrito de Huarmaca, Provincia de Huancabamba, Departamento de Piura.

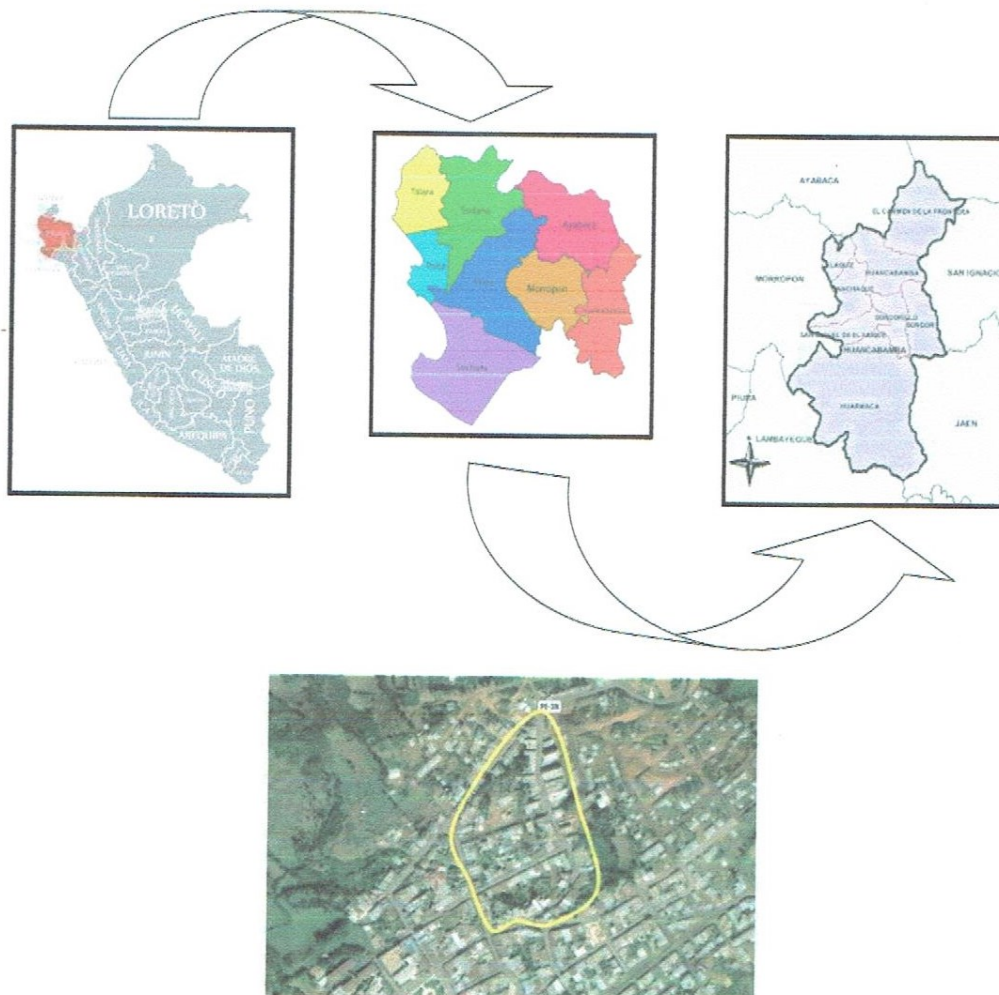
**Coordenadas Geográficas**

79° 31' 22.29" Longitud Oeste y 05°33' 56.88" Latitud Sur.

**Coordenadas UTM**

663617 E; 9384588 N.

**Figura N°. 1 Ubicación de zona de estudio**



*Figura 1. Sector la primavera, Huarmaca.*

DIRECCION: CALLE MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO OFC.301  
TEL. 074-282872 – CELULAR 956904282 – LAMBAYEQUE

*Lic. Martín Noriega Bances*  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM

sepepem@hotmail.com



*JMB*  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



#### 1.4 Acceso al área de estudio

Considerando como eje de partida Chiclayo, se toma la siguiente ruta:

De -A	Medio	Tiempo
Chiclayo-Nuevo Hualapampa	Carretera - asfaltada	3:30Hrs.
Nuevo Hualapampa - Huarmaca	Carretera - asfaltada	1.30Hrs.
		5Hrs.

El transporte se realiza en combis, autos, camionetas y otros vehículos motorizados locales.

## II. TRABAJOS DE CAMPO

### 2.1. Investigación de campo:

Para llevar a cabo los ensayos de esclerometría en el marco de la "Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica a partir de Curvas de Fragilidad considerando la Variabilidad del Material, Sector La Primavera, Huarmaca-Huancabamba-Piura", se realizó una visita inicial al área de estudio. El objetivo de esta visita fue identificar la cantidad de viviendas que serían sometidas a los ensayos. Como resultado, se determinó que un total de 15 viviendas de albañilería confinada, distribuidas en 1 y 2 niveles, serían seleccionadas para el estudio.

### 2.2. Procedimiento del Ensayo

- Seleccionar una zona de concreto con un espesor mínimo de 100 mm en el elemento.
- Preparar la superficie puliendo la zona de prueba del elemento a evaluar mediante el uso de una piedra abrasiva de carburo de silicio.
- Dibujar una cuadrícula de 15 cm x 15 cm con líneas separadas por 2.5 cm y utilizar las intersecciones de las líneas como puntos de impacto.

DIRECCION: CALLE MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO OFC.301

TLF. 074-282872 – CELULAR 956904282 – LAMBAYEQUE

sepespem@gmail.com

Lie. Martin Noriega  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831

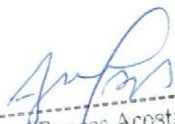


**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

- d) Realizar 10 impactos con el esclerómetro en las intersecciones de las líneas de la cuadrícula anteriormente dibujada, manteniendo una distancia de 25 mm entre cada impacto. Estos impactos generarán 10 lecturas que representan los índices de rebote.
- e) Calcular el promedio de los 8 índices de rebote restantes para obtener el índice de rebote promedio.
- f) Utilizar el ábaco correspondiente al esclerómetro utilizado para ubicar el índice de rebote promedio y obtener el valor de  $f_c$ .

  
-----  
**Lic. Martín Noriega Bances**  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



  
-----  
**José Manuel Bances Acosta**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831






### III. TRABAJO DE GABINETE

Una vez completados los ensayos de esclerometría en las viviendas seleccionadas, se obtuvieron los índices de rebote correspondientes a cada punto de impacto.

Para analizar y obtener resultados significativos, se llevó a cabo el trabajo en gabinete, que implicaba los siguientes pasos:

- a) Recopilación de datos: Se recopilaron los índices de rebote obtenidos de cada vivienda y se registraron de manera ordenada.
- b) Cálculo del índice de rebote promedio: Se promediaron los índices de rebote restantes para obtener un valor representativo del comportamiento general del material en cada vivienda.
- c) Uso del ábaco del modelo de esclerometría: Utilizando el índice de rebote promedio obtenido, se ubicó este valor en el ábaco correspondiente al modelo de esclerometría utilizado. El ábaco proporcionaba una relación entre el índice de rebote y la resistencia a la compresión del material, expresada en términos de la resistencia característica del concreto ( $f'c$ ).
- d) Análisis de resultados: Se evaluaron los valores de  $f'c$  obtenidos para cada vivienda, lo que permitió identificar la media de la resistencia a la compresión para columnas y vigas.



**Lic. Martín Noriega Bances**  
JEFE LABORATORIO SEPEPEM



**José Manuel Bances Acosta**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

**Tabla 1. Resultados obtenidos mediante el ensayo de esclerometría.**

Viviendas	Media f'c	
	columnas (Kg/cm2)	vigas (Kg/cm2)
1	249.86	295.21
2	280.94	261.04
3	295.29	275.65
4	294.6	203.4
5	335.42	296.86
6	402.76	386.5
7	382.59	482.27
8	308.3	293.56
9	351.64	326.9
10	335.73	235.62
11	297.68	366.25
12	281.12	240.55
13	388.14	296.86
14	248.35	330.28
15	272.62	278.26



**Lic. Martin Noriega Bances**  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



**José Manuel Bances Acosta**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



#### **IV. BIBLIOGRAFIA**

- INACAL. NTP 339.181:2013 CONCRETO. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría). 2ª ed. Lima: INACAL, 2013.
- ASTM International. (2010). Standard test method for rebound number of hardened concrete (ASTM C805-02). ASTM International. <https://www.astm.org/standards/c805>

  
Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM

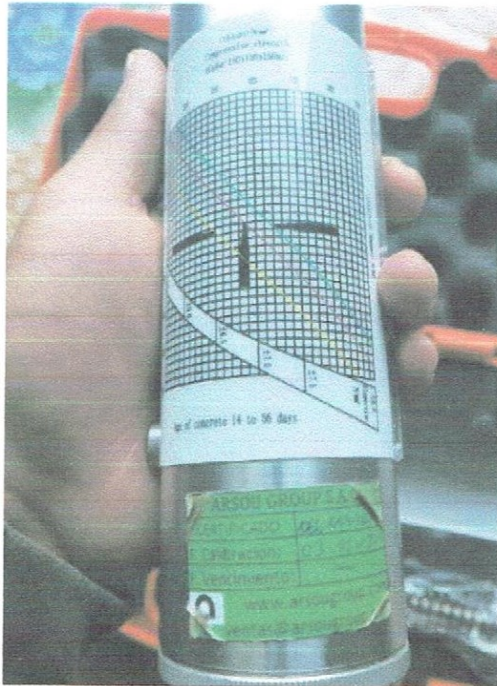


  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831

#### **ANEXOS**

##### **Anexo 1. Material fotográfico.**



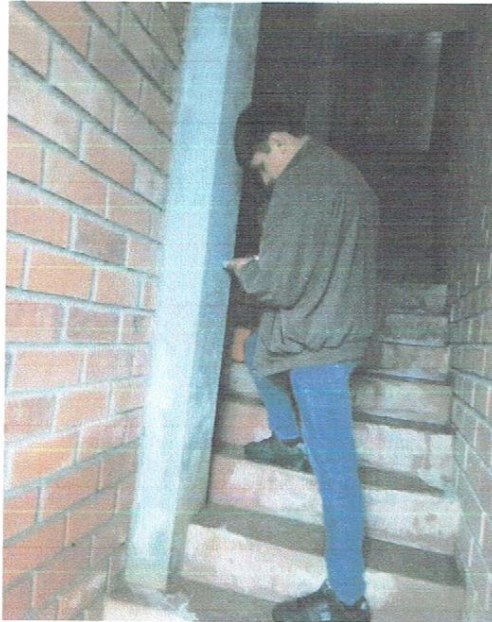
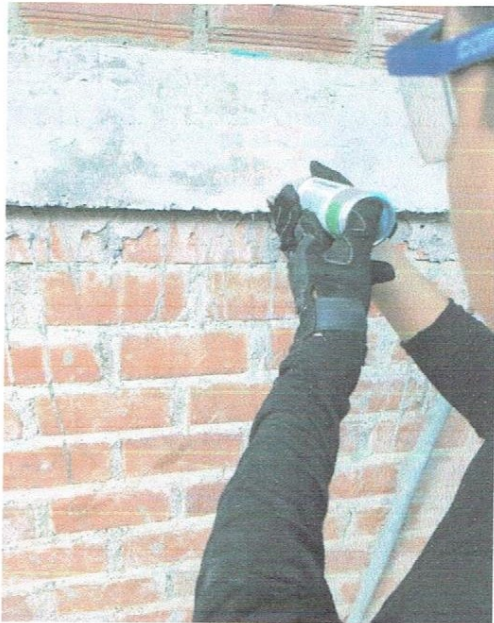
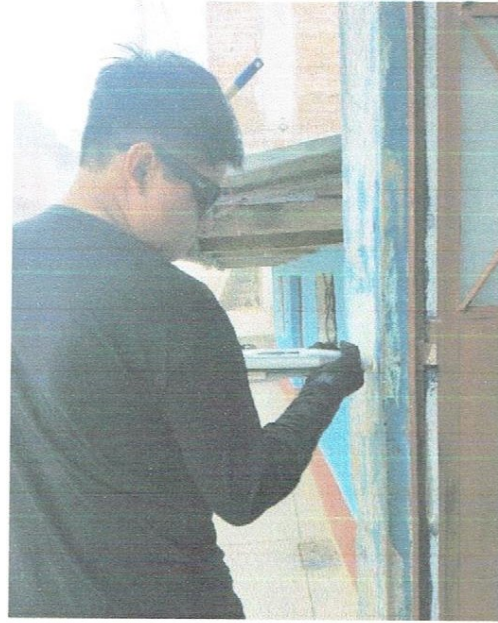


Lic. Martín Iván Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



José Manuel Bances A.  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831





**Anexo 2. Resultados de ensayos.  
Vivienda 1**

DIRECCION: CALLE MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO OFC.301  
TLF. 074-282872 – CELULAR 983004200 LAMBAYEQUE

*Lic. Martín Noriega Bances*  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM

sepepem@hotmail.com



*JMB*  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL





**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
LUGAR : DISTRITO HUARMACA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGION PIURA  
SOLICITANTE : ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
FECHA DE ENSAYO : 03/03/2023  
RESISTENCIA F' C COLUMNA : 217 Kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA F' C VIGA: 214 Kg/cm<sup>2</sup>

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLEROMETRO (INDICE DE REBOTE)  
(ASTM C-805)**

Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	29.0	29.0	27.0
	28.0	30.0	31.0
	27.0	27.0	27.0
			28.0
Promedio Número de Rebote	28.3		
Resistencia a la Compresión	220 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	29.0	31.0	29.0
	30.0	28.0	29.0
	31.0	29.0	28.0
			30.0
Promedio Número de Rebote	29.4		
Resistencia a la Compresión	237 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	27.0	26.0	27.0
	27.0	28.0	26.0
	28.0	26.0	26.0
			25.0
Promedio Número de Rebote	26.6		
Resistencia a la Compresión	194 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	27.0	28.0	28.0
	28.0	28.0	29.0
	27.0	27.0	27.0
			27.0
Promedio Número de Rebote	27.6		
Resistencia a la Compresión	209 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	28.0	28.0	29.0
	29.0	28.0	28.0
	27.0	29.0	27.0
			29.0
Promedio Número de Rebote	28.2		
Resistencia a la Compresión	218 Kg/cm <sup>2</sup>		

Observaciones:

  
**Lic. Martín Noriega Bances**  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



  
**José Manuel Bances Acosta**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831

DIRECCION: CALLE MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO OFC.301  
TLF. 074-282872 – CELULAR 956904282 – LAMBAYEQUE  
sepespem@hotmail.com



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**


**Vivienda 2**

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
LUGAR : DISTRITO HUARMACA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGION PIURA  
SOLICITANTE : ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
FECHA DE ENSAYO : 03/03/2023  
RESISTENCIA F' C COLUMNA : 205 Kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA F' C VIGA: 209 Kg/cm<sup>2</sup>


**ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLEROMETRO (INDICE DE REBOTE)  
(ASTM C-805)**

Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	26.0	28.0	25.0
	25.0	28.0	28.0
	27.0	30.0	27.0
			29.0
Promedio Número de Rebote	27.1		
Resistencia a la Compresión	202 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	28.0	30.0	29.0
	28.0	28.0	26.0
	26.0	29.0	26.0
			24.0
Promedio Número de Rebote	27.4		
Resistencia a la Compresión	206 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	28.0	25.0	29.0
	29.0	25.0	28.0
	26.0	24.0	30.0
			31.0
Promedio Número de Rebote	27.5		
Resistencia a la Compresión	208 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	28.0	29.0	29.0
	27.0	31.0	30.0
	27.0	27.0	28.0
			28.0
Promedio Número de Rebote	28.4		
Resistencia a la Compresión	222 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	25.0	27.0	26.0
	26.0	28.0	28.0
	24.0	27.0	27.0
			30.0
Promedio Número de Rebote	26.8		
Resistencia a la Compresión	197 Kg/cm <sup>2</sup>		

Observaciones:

  
Lic. Martin Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

**Vivienda 3**

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
LUGAR : DISTRITO HUARMACA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGION PIURA  
SOLICITANTE : ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
FECHA DE ENSAYO : 03/03/2023  
RESISTENCIA F' C COLUMNA : 201 Kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA F' C VIGA: 218 Kg/cm<sup>2</sup>

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLEROMETRO (INDICE DE REBOTE)  
(ASTM C-805)**

Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	26.0	30.0	31.0
	26.0	30.0	25.0
	29.0	28.0	29.0
Promedio Número de Rebote	28.1		
Resistencia a la Compresión	217 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	28.0	23.0	29.0
	25.0	28.0	30.0
	29.0	27.0	27.0
Promedio Número de Rebote	27.4		
Resistencia a la Compresión	206 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	25.0	24.0	28.0
	26.0	25.0	26.0
	27.0	28.0	26.0
Promedio Número de Rebote	25.7		
Resistencia a la Compresión	180 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	28.0	30.0	26.0
	29.0	31.0	27.0
	29.0	31.0	26.0
Promedio Número de Rebote	28.2		
Resistencia a la Compresión	218 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	30.0	27.0	28.0
	31.0	28.0	26.0
	30.0	27.0	26.0
Promedio Número de Rebote	28.1		
Resistencia a la Compresión	217 Kg/cm <sup>2</sup>		

Observaciones:

  
Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831

DIRECCION: CALLE MANUEL SEOANE N° 137 – 3ER. PISO OFC.301  
TLF. 074-282872 – CELULAR 956904282 – LAMBAYEQUE  
sepespem@hotmail.com





**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

**Vivienda 4**

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
LUGAR : DISTRITO HUARMACA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGION PIURA  
SOLICITANTE : ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
FECHA DE ENSAYO : 03/03/2023  
RESISTENCIA F' C COLUMNA : 210 Kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA F' C VIGA: 206 Kg/cm<sup>2</sup>

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLEROMETRO (INDICE DE REBOTE)  
(ASTM C-805)**

Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	28.0	25.0	29.0
	27.0	26.0	29.0
	26.0	26.0	26.0
Promedio Número de Rebote	27.3		
Resistencia a la Compresión	205 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	30.0	29.0	27.0
	30.0	28.0	31.0
	29.0	29.0	30.0
Promedio Número de Rebote	29.2		
Resistencia a la Compresión	234 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	25.0	28.0	29.0
	26.0	25.0	28.0
	24.0	26.0	29.0
Promedio Número de Rebote	26.5		
Resistencia a la Compresión	192 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	27.0	28.0	27.0
	27.0	28.0	26.0
	28.0	25.0	26.0
Promedio Número de Rebote	26.7		
Resistencia a la Compresión	195 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	28.0	27.0	28.0
	26.0	27.0	29.0
	29.0	29.0	29.0
Promedio Número de Rebote	28.1		
Resistencia a la Compresión	217 Kg/cm <sup>2</sup>		

Observaciones:

  
Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



  
José Manuel Bances Acos  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

**Vivienda 5**

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
LUGAR : DISTRITO HUARMACA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGION PIURA  
SOLICITANTE : ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
FECHA DE ENSAYO : 04/03/2023  
RESISTENCIA F' C COLUMNA : 203 Kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA F' C VIGA: 200 Kg/cm<sup>2</sup>

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLEROMETRO (INDICE DE REBOTE)  
(ASTM C-805)**

Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	26.0	25.0	28.0
	28.0	28.0	26.0
	27.0	26.0	29.0
Promedio Número de Rebote	27.0		
Resistencia a la Compresión	200 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	29.0	28.0	26.0
	28.0	28.0	30.0
	26.0	28.0	25.0
Promedio Número de Rebote	27.4		
Resistencia a la Compresión	206 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	29.0	29.0	27.0
	26.0	26.0	27.0
	24.0	25.0	26.0
Promedio Número de Rebote	26.7		
Resistencia a la Compresión	195 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	31.0	27.0	28.0
	27.0	28.0	26.0
	24.0	27.0	25.0
Promedio Número de Rebote	27.3		
Resistencia a la Compresión	205 Kg/cm <sup>2</sup>		

Observaciones:

  
Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831





**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

**Vivienda 6**

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
LUGAR : DISTRITO HUARMACA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGION PIURA  
SOLICITANTE : ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
FECHA DE ENSAYO : 04/03/2023  
RESISTENCIA F' C COLUMNA : 195 Kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA F' C VIGA: 202 Kg/cm<sup>2</sup>

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLEROMETRO (INDICE DE REBOTE)  
(ASTM C-805)**

Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	27.0	26.0	25.0
	25.0	25.0	26.0
	26.0	26.0	27.0
Promedio Número de Rebote	25.9		
Resistencia a la Compresión	183 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	28.0	29.0	28.0
	27.0	29.0	26.0
	25.0	30.0	26.0
Promedio Número de Rebote	27.4		
Resistencia a la Compresión	206 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	28.0	26.0	27.0
	27.0	25.0	26.0
	28.0	28.0	28.0
Promedio Número de Rebote	26.9		
Resistencia a la Compresión	198 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	28.0	25.0	29.0
	28.0	26.0	26.0
	29.0	29.0	27.0
Promedio Número de Rebote	27.3		
Resistencia a la Compresión	205 Kg/cm <sup>2</sup>		

Observaciones:

  
Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



  
José Manuel Bances Acos  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

**Vivienda 7**

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
LUGAR : DISTRITO HUARMACA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGION PIURA  
SOLICITANTE : ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
FECHA DE ENSAYO : 05/03/2023  
RESISTENCIA F' C COLUMNA : 198 Kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA F' C VIGA: 190 Kg/cm<sup>2</sup>


**ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLEROMETRO (INDICE DE REBOTE)  
(ASTM C-805)**

Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	29.0	27.0	27.0
	26.0	26.0	28.0
	28.0	25.0	28.0
Promedio Número de Rebote	27.0		
Resistencia a la Compresión	200 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	25.0	26.0	28.0
	26.0	27.0	28.0
	26.0	27.0	25.0
Promedio Número de Rebote	26.7		
Resistencia a la Compresión	195 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	28.0	24.0	27.0
	26.0	27.0	28.0
	25.0	25.0	25.0
Promedio Número de Rebote	26.2		
Resistencia a la Compresión	188 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	26.0	27.0	27.0
	26.0	25.0	23.0
	29.0	29.0	25.0
Promedio Número de Rebote	26.5		
Resistencia a la Compresión	192 Kg/cm <sup>2</sup>		

Observaciones:

  
**Lic. Martín Noriega Fances**  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



  
**José Manuel Bances Acos**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

**Vivienda 8**

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
LUGAR : DISTRITO HUARMACA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGION PIURA  
SOLICITANTE : ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
FECHA DE ENSAYO : 05/03/2023  
RESISTENCIA F' C COLUMNNA : 218 Kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA F' C VIGA: 226 Kg/cm<sup>2</sup>

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLEROMETRO (INDICE DE REBOTE)  
(ASTM C-805)**

Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	26.0	28.0	25.0
	29.0	28.0	33.0
	29.0	29.0	32.0
Promedio Número de Rebote	28.4		
Resistencia a la Compresión	222 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	28.0	28.0	28.0
	27.0	31.0	29.0
	26.0	27.0	28.0
Promedio Número de Rebote	27.9		
Resistencia a la Compresión	214 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	26.0	28.0	27.0
	28.0	29.0	26.0
	29.0	29.0	26.0
Promedio Número de Rebote	27.6		
Resistencia a la Compresión	209 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	30.0	28.0	33.0
	30.0	29.0	30.0
	29.0	31.0	29.0
Promedio Número de Rebote	29.8		
Resistencia a la Compresión	244 Kg/cm <sup>2</sup>		

Observaciones:

  
**Lic. Martín Noriega Bances**  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



  
**José Manuel Bances Acosta**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831





**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**


**Vivienda 9**

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
LUGAR : DISTRITO HUARMACA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGION PIURA  
SOLICITANTE : ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
FECHA DE ENSAYO : 05/03/2023  
RESISTENCIA F' C COLUMNA : 198 Kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA F' C VIGA: 196 Kg/cm<sup>2</sup>

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLEROMETRO (INDICE DE REBOTE)  
(ASTM C-805)**

Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	27.0	25.0	28.0
	28.0	25.0	27.0
	26.0	26.0	27.0
Promedio Número de Rebote	26.5		
Resistencia a la Compresión	192 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	28.0	28.0	26.0
	26.0	28.0	26.0
	27.0	27.0	28.0
Promedio Número de Rebote	27.3		
Resistencia a la Compresión	205 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	25.0	29.0	24.0
	28.0	25.0	28.0
	29.0	26.0	27.0
Promedio Número de Rebote	26.8		
Resistencia a la Compresión	197 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	25.0	26.0	27.0
	25.0	26.0	28.0
	26.0	27.0	29.0
Promedio Número de Rebote	26.7		
Resistencia a la Compresión	195 Kg/cm <sup>2</sup>		

Observaciones:

  
Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831





**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

**Vivienda 10**

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
LUGAR : DISTRITO HUARMACA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGION PIURA  
SOLICITANTE : ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
FECHA DE ENSAYO : 05/03/2023  
RESISTENCIA F' C COLUMNA : 217 Kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA F' C VIGA: 215 Kg/cm<sup>2</sup>

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLEROMETRO (INDICE DE REBOTE)  
(ASTM C-805)**

Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	30.0	31.0	29.0
	29.0	29.0	29.0
	31.0	28.0	28.0
			27.0
Promedio Número de Rebote	29.1		
Resistencia a la Compresión	232 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	28.0	27.0	27.0
	28.0	28.0	28.0
	29.0	27.0	27.0
			27.0
Promedio Número de Rebote	27.4		
Resistencia a la Compresión	206 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	26.0	26.0	29.0
	27.0	26.0	31.0
	27.0	28.0	28.0
			31.0
Promedio Número de Rebote	27.9		
Resistencia a la Compresión	214 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	26.0	29.0	31.0
	28.0	28.0	30.0
	27.0	29.0	29.0
			28.0
Promedio Número de Rebote	28.3		
Resistencia a la Compresión	220 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	27.0	28.0	28.0
	29.0	28.0	26.0
	28.0	28.0	30.0
			29.0
Promedio Número de Rebote	27.7		
Resistencia a la Compresión	211 Kg/cm <sup>2</sup>		

Observaciones:

  
Lic. Martin Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

**Vivienda 11**

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
LUGAR : DISTRITO HUARMACA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGION PIURA  
SOLICITANTE : ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
FECHA DE ENSAYO : 07/03/2023  
RESISTENCIA F'C COLUMNA : 230 Kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA F'C VIGA: 226 Kg/cm<sup>2</sup>

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLEROMETRO (INDICE DE REBOTE)  
(ASTM C-805)**

Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	31.0	33.0	28.0
	30.0	29.0	28.0
	32.0	30.0	30.0
			28.0
Promedio Número de Rebote	29.9		
Resistencia a la Compresión	245 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	27.0	28.0	31.0
	29.0	27.0	28.0
	29.0	27.0	29.0
			28.0
Promedio Número de Rebote	28.3		
Resistencia a la Compresión	220 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	28.0	28.0	31.0
	29.0	28.0	29.0
	29.0	27.0	28.0
			30.0
Promedio Número de Rebote	28.7		
Resistencia a la Compresión	226 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	28.0	25.0	30.0
	29.0	27.0	29.0
	29.0	26.0	28.0
			27.0
Promedio Número de Rebote	27.8		
Resistencia a la Compresión	212 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	29.0	30.0	28.0
	31.0	31.0	27.0
	30.0	29.0	29.0
			31.0
Promedio Número de Rebote	29.5		
Resistencia a la Compresión	239 Kg/cm <sup>2</sup>		

Observaciones:

  
Lic. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

**Vivienda 12**

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
LUGAR : DISTRITO HUARMACA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGION PIURA  
SOLICITANTE : ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
FECHA DE ENSAYO : 07/03/2023  
RESISTENCIA F' C COLUMNA : 198 Kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA F' C VIGA: 196 Kg/cm<sup>2</sup>

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLEROMETRO (INDICE DE REBOTE)  
(ASTM C-805)**

Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	27.0	25.0	28.0
	28.0	25.0	27.0
	26.0	26.0	27.0
			26.0
Promedio Número de Rebote	26.5		
Resistencia a la Compresión	192 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	28.0	28.0	26.0
	26.0	28.0	26.0
	27.0	27.0	28.0
			29.0
Promedio Número de Rebote	27.3		
Resistencia a la Compresión	205 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	25.0	29.0	24.0
	28.0	25.0	28.0
	29.0	26.0	27.0
			27.0
Promedio Número de Rebote	26.8		
Resistencia a la Compresión	197 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	25.0	26.0	27.0
	25.0	26.0	28.0
	26.0	27.0	29.0
			28.0
Promedio Número de Rebote	26.7		
Resistencia a la Compresión	195 Kg/cm <sup>2</sup>		

Observaciones:

  
Lie. Martín Noriega Bances  
JEFE LABORATORIO - SEPESEM



  
José Manuel Bances Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831





**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**


**Vivienda 13**

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, HUARMACA-HUANCA BAMBAMBA-PIURA  
LUGAR : DISTRITO HUARMACA, PROVINCIA HUANCA BAMBAMBA, REGION PIURA  
SOLICITANTE : ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
FECHA DE ENSAYO : 07/03/2023  
RESISTENCIA F' C COLUMNA : 192 Kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA F' C VIGA: 198 Kg/cm<sup>2</sup>

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLEROMETRO (INDICE DE REBOTE)  
(ASTM C-805)**

Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	28.0	27.0	26.0
	25.0	27.0	27.0
	26.0	26.0	26.0
Promedio Número de Rebote	26.4		
Resistencia a la Compresión	191 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	28.0	27.0	25.0
	27.0	26.0	25.0
	27.0	28.0	27.0
Promedio Número de Rebote	26.6		
Resistencia a la Compresión	194 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	28.0	25.0	25.0
	28.0	26.0	25.0
	29.0	25.0	28.0
Promedio Número de Rebote	26.5		
Resistencia a la Compresión	192 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	30.0	28.0	29.0
	28.0	27.0	25.0
	26.0	27.0	26.0
Promedio Número de Rebote	27.3		
Resistencia a la Compresión	205 Kg/cm <sup>2</sup>		

Observaciones:

  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



  
José Manuel Bances Acos  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831





**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**


**Vivienda 14**

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
LUGAR : DISTRITO HUARMACA, PROVINCIA HUANCABAMBA, REGION PIURA  
SOLICITANTE : ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
FECHA DE ENSAYO : 08/03/2023  
RESISTENCIA F' C COLUMNA : 207 Kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA F' C VIGA: 208 Kg/cm<sup>2</sup>

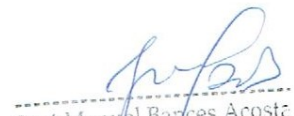
**ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLEROMETRO (INDICE DE REBOTE)  
(ASTM C-805)**

Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	28.0	28.0	25.0
	28.0	29.0	26.0
	27.0	30.0	28.0
			29.0
Promedio Número de Rebote	27.8		
Resistencia a la Compresión	212 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	29.0	25.0	29.0
	26.0	25.0	30.0
	28.0	28.0	27.0
			24.0
Promedio Número de Rebote	27.1		
Resistencia a la Compresión	202 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	29.0	26.0	31.0
	29.0	26.0	28.0
	29.0	28.0	29.0
			26.0
Promedio Número de Rebote	28.1		
Resistencia a la Compresión	217 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	30.0	26.0	28.0
	27.0	28.0	26.0
	25.0	26.0	25.0
			28.0
Promedio Número de Rebote	26.9		
Resistencia a la Compresión	198 Kg/cm <sup>2</sup>		

Observaciones:

  
Lic. Martín Noriega  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



  
José Manuel Barces Acosta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831



**SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS  
PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
RESOLUCION N° 004005-2007/OSD-INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES N° 10175244498**

**Vivienda 15**

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD  
CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, HUARMACA-HUANACABAMBA-PIURA  
LUGAR : DISTRITO HUARMACA, PROVINCIA HUANACABAMBA, REGION PIURA  
SOLICITANTE : ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
FECHA DE ENSAYO : 08/03/2023  
RESISTENCIA F' C COLUMNA : 197 Kg/cm<sup>2</sup> RESISTENCIA F' C VIGA: 202 Kg/cm<sup>2</sup>

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLEROMETRO (INDICE DE REBOTE)  
(ASTM C-805)**

Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	27.0	25.0	31.0
	26.0	26.0	27.0
	25.0	26.0	26.0
Promedio Número de Rebote	26.5		
Resistencia a la Compresión	192 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	COLUMNA		
N° de Rebote	28.0	29.0	25.0
	29.0	28.0	24.0
	26.0	30.0	27.0
Promedio Número de Rebote	27.1		
Resistencia a la Compresión	202 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	29.0	25.0	24.0
	30.0	25.0	27.0
	27.0	26.0	28.0
Promedio Número de Rebote	26.7		
Resistencia a la Compresión	195 Kg/cm <sup>2</sup>		
Elemento Estructural	VIGA		
N° de Rebote	26.0	29.0	30.0
	26.0	28.0	28.0
	25.0	25.0	29.0
			29.0
Promedio Número de Rebote	27.5		
Resistencia a la Compresión	208 Kg/cm <sup>2</sup>		

Observaciones:

  
**Lic. Martin Noriega Banwes**  
JEFE LABORATORIO - SEPEPEM



  
**José Manuel Banwes Acosta**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 178831

Anexo 3. Certificado de calibración.



CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS  
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CA - D - 004 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Dureza

Página 1 de 3

1. Expediente	0169
2. Solicitante	NORIEGA BANCES MARTIN
3. Dirección	CAL. MANUEL SEOANE NRO. 137 CERCADO - LAMBAYEQUE
4. Instrumento de medición	MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO ESCLERÓMETRO
Marca	No indica
Modelo	ZC3-A
Número de Serie	1361
Alcance de Indicación	100 Número de Rebote
Div. Escala / Resolución	1 Número de Rebote
Identificación	NO INDICA
Tipo	ANALÓGICO
5. Fecha de Calibración	2022-10-21

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-10-22



Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
☎ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC





**CALIBRATEC S.A.C.**

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA - D - 004 - 2022**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Dureza*

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

Número de Mediciones	Lectura Indicada del Instrumento a Calibrar
1	72,0
2	72,5
3	72,5
4	73,0
5	73,0
6	72,5
7	72,0
8	73,0
9	72,5
10	73,0
<b>PROMEDIO</b>	<b>72,6</b>
<b>Desv. Estándar</b>	<b>0,39</b>
<b>Incertidumbre expandida</b>	<b>0,38</b>

**Nota 1.-** Para una mejor toma de datos se subdividió la división mínima del equipo en 2 partes.

**Nota 2.-** El error máximo permitido de rebote para un esclerómetro es de  $74 \pm 2$ , según el manual del fabricante.

FIN DE DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC





CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA - D - 004 - 2022**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Dureza*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración fue efectuada mediante una serie de mediciones del instrumento a calibrar en comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración considerando las especificaciones requeridas en la norma internacional ASTM C 805 "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete".

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de Concreto.

**8. Condiciones de calibración**

	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	22,5 °C
Humedad Relativa	57 %	56 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Yunque de Calibración	MAT-ABR-0376-2022

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- El yunque de calibración se colocó sobre una base rígida para obtener números de rebote confiable.
- La calibración en el yunque de calibración, no garantiza que el martillo dará lecturas repetibles en otros puntos de la escala de lectura.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## Anexo 23. Resultado de resistencia a compresión ladrillo macizo.



### SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

MANUEL SEOANE N° 137 - TLF. 074-282872 - RPM.#956904282 - LAMBAYEQUE

RESOLUCION N° 004005-2007/OSD - INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES - RUC. 10175244498

SOLICITADO : BACH. ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
PROYECTO : "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, SECTOR LA PRIMAVERA, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA"  
UBICACION : LA PRIMAVERA-HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
FECHA : 20/03/2023

### RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE LADRILLO DE MACIZO ARTESANAL

MUESTRA		FECHA DE ENSAYO	CARGA DE ROTURA Kg/Fuerza	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO Kg/cm2
01	LADRILLO MACIZO ARTESANAL	20/03/2023	13740	54.52
02	LADRILLO MACIZO ARTESANAL	20/03/2023	14400	57.14
03	LADRILLO MACIZO ARTESANAL	20/03/2023	6900	27.38
04	LADRILLO MACIZO ARTESANAL	20/03/2023	6930	27.50
05	LADRILLO MACIZO ARTESANAL	20/03/2023	22450	89.09
06	LADRILLO MACIZO ARTESANAL	20/03/2023	19480	77.30
07	LADRILLO MACIZO ARTESANAL	20/03/2023	20180	80.08
08	LADRILLO MACIZO ARTESANAL	20/03/2023	25600	101.59
PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION				64.33

#### CARACTERISTICAS DEL LADRILLO

LARGO = 21 cm  
ANCHO = 12 cm  
ALTO = 7 cm  
AREA TOTAL = 252 cm<sup>2</sup>  
Ø HUECO = 0 cm.  
N° HUECOS = 0  
AREA HUECA = 0 cm<sup>2</sup>  
AREA NETA = 252 cm<sup>2</sup>  
% VACIOS = 0 %

Lambayeque lunes, 20 de Marzo de 2023

## Anexo 24. Resultado de resistencia a compresión ladrillo pandereta.



### SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

MANUEL SEOANE N° 137 - TLF. 074-282872 - RPM.#956904282 - LAMBAYEQUE

RESOLUCION N° 004005-2007/OSD - INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES - RUC. 10175244498

SOLICITADO : BACH. ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
PROYECTO : "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, SECTOR LA PRIMAVERA, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA"  
UBICACION : LA PRIMAVERA-HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
FECHA : 20/03/2023

### RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE LADRILLO PANDERETA

MUESTRA		FECHA DE ENSAYO	CARGA DE ROTURA Kg/Fuerza	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO Kg/cm2
01	LADRILLO PANDERETA	20/03/2023	8140	42.84
02	LADRILLO PANDERETA	20/03/2023	7070	37.21
03	LADRILLO PANDERETA	20/03/2023	9250	48.68
04	LADRILLO PANDERETA	20/03/2023	7670	40.37
05	LADRILLO PANDERETA	20/03/2023	7340	38.63
06	LADRILLO PANDERETA	20/03/2023	8890	46.79
07	LADRILLO PANDERETA	20/03/2023	8800	46.32
08	LADRILLO PANDERETA	20/03/2023	6950	36.58
PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION				42.18

#### CARACTERISTICAS DEL LADRILLO

LARGO = 21 cm  
ANCHO = 11.5 cm  
ALTO = 9.2 cm  
AREA TOTAL = 241.5 cm<sup>2</sup>  
Ø HUECO = 51.48 cm.  
N° HUECOS = 6  
AREA HUECO = 51.48 cm<sup>2</sup>  
AREA NETA = 190 cm<sup>2</sup>  
% VACIOS = **21.32 %**

Lambayeque lunes, 20 de Marzo de 2023

## Anexo 25. Resultado de resistencia a compresión ladrillo King Kong.



### SERVICIOS PROFESIONALES DE ESTUDIOS DE SUELOS PAVIMENTOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

MANUEL SEOANE N° 137 - TLF. 074-282872 - RPM.#956904282 - LAMBAYEQUE

RESOLUCION N° 004005-2007/OSD - INDECOPI  
REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES - RUC. 10175244498

SOLICITADO : BACH. ROYER OMAR CHINCHAY CHINCHAY  
PROYECTO : "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA A PARTIR DE CURVAS DE FRAGILIDAD CONSIDERANDO LA VARIABILIDAD DEL MATERIAL, SECTOR LA PRIMAVERA, HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA"  
UBICACION : LA PRIMAVERA-HUARMACA-HUANCABAMBA-PIURA  
FECHA : 20/03/2023

### RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS

MUESTRA		FECHA DE ENSAYO	CARGA DE ROTURA Kg/Fuerza	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLO Kg/cm2
01	LADRILLO 18 HUECOS	20/03/2023	14610	81.80
02	LADRILLO 18 HUECOS	20/03/2023	18830	105.43
03	LADRILLO 18 HUECOS	20/03/2023	24690	138.23
04	LADRILLO 18 HUECOS	20/03/2023	17980	100.67
05	LADRILLO 18 HUECOS	20/03/2023	18250	102.18
06	LADRILLO 18 HUECOS	20/03/2023	13960	78.16
07	LADRILLO 18 HUECOS	20/03/2023	15320	85.77
08	LADRILLO 18 HUECOS	20/03/2023	23730	132.86
PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION				103.14

#### CARACTERISTICAS DEL LADRILLO

LARGO = 23.8 cm  
ANCHO = 12.5 cm  
ALTO = 9 cm  
AREA TOTAL = 297.5 cm<sup>2</sup>  
Ø HUECO = 2.6 cm.  
N° HUECOS = 18  
AREA HUECO = 188.89 cm<sup>2</sup>  
AREA NETA = 178.61 cm<sup>2</sup>  
% VACIOS = **39.96 %**

Lambayeque lunes, 20 de Marzo de 2023





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CUBAS ARMAS MARLON ROBERT, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica a partir de curvas de fragilidad considerando la variabilidad del material, sector La Primavera, Huarmaca-Huancabamba-Piura", cuyo autor es CHINCHAY CHINCHAY ROYER OMAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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.

CHICLAYO, 03 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MARLON ROBERT CUBAS ARMAS <b>DNI:</b> 43238974 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9750-1247	Firmado electrónicamente por: CARMASMAR el 29- 07-2023 12:11:33

Código documento Trilce: TRI - 0568441