

# REVISTA CIENCIA Nor@ndina

ISSN: 2663-6360 (online)



Universidad Nacional Autónoma de Chota,  
Campus Universitario de Colpamatara, Chota, Cajamarca, Perú.

V. 8 (1): Enero-Julio, 2025



Universidad Nacional Autónoma de Chota  
Vicepresidencia de Investigación



Universidad Nacional Autónoma de Chota



Revista Ciencia Nor@ndina

V. 8, N°.1, 2025  
(enero-julio)

ISSN: 2707-9848 (impreso)  
ISSN: 2663-6360 (online)



Revista Ciencia Nor@ndina, V. 8, N°.1, 2025

(enero-julio)

ISSN: 2707-9848 (impreso)

ISSN: 2663-6360 (online)

Editada en la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), Chota, Cajamarca, Perú  
Dirección: Jr. José Osoreo 418, Centro de Chota (Plaza de Armas de Chota), Cajamarca

#### Enfoque y alcance

Ciencia Nor@ndina es una revista multidisciplinaria de acceso abierto con periodicidad semestral. Está destinada a la publicación de trabajos científicos originales resultantes de investigaciones y/o estudios relacionados a las innovaciones y solución de problemas de las ciencias agrarias, ciencias contables y empresariales, ciencias de la Ingeniería y ciencias de la salud

#### Licencias Creative Commons

Todo el contenido de esta revista está bajo la licencia de Atribución Creative Commons



#### Indexaciones

Indexada en: Latindex, Latin ReV, Google Scholar, REDIB, MIAR, DOAJ



<https://unach.edu.pe/rcnorandina/index.php/ciencianorandina>

E-mail: [norandina@unach.edu.pe](mailto:norandina@unach.edu.pe)

## COMISIÓN ORGANIZADORA

Dr. Romel Pinedo Ríos - Presidente

Dr. Manuel Ernesto Paz López - Vicepresidente Académico

Dra. María Luz Ortiz de Agui - Vicepresidente de Investigación

## DIRECCIÓN DE INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

M.Sc. Tony Steven Chuquizuta Trigoso-Director

## REVISTA CIENCIA NOR@NDINA

Dr. José Ander Asenjo Alarcón-Editor General

## CONSEJO EDITORIAL

Dr. Thony Arce Saavedra

Coeditor, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

Dra. Martha Gladys Huamán Tanta

Coeditora, Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Dr. Richard Williams Hernández Fiestas

Coeditor, Escuela Profesional de Enfermería

Mg. Rafael Artidoro Sandoval Núñez

Coeditor, Departamento de Estudios Generales

M.Sc. Jim Jairo Villena Velásquez

Coeditor, Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental

Dr. Nixon Arnaldo Barboza Chuquilin

Coeditor, Escuela Profesional de Contabilidad

## EQUIPO TÉCNICO

Dr. Carlos Abanto Rodríguez

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana

Felicita Liseth Mejía Bustamante

Universidad Nacional Autónoma de Chota

Jaznny Lorena Delgado Vásquez

Universidad Nacional Autónoma de Chota



## PRESENTACIÓN

La revista Ciencia Nor@ndina es un proyecto editorial de acceso abierto de la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH) que se inicia en el año 2018, con el objetivo de comunicar y difundir investigaciones originales de docentes, estudiantes e investigadores nacionales e internacionales en las áreas de ciencias agrarias, ciencias contables y empresariales, ciencias de la Ingeniería y ciencias de la salud, con el propósito es contribuir al avance del conocimiento para la solución de problemas a nivel, local, regional, nacional e internacional.

## MISIÓN

La misión es proporcionar una plataforma accesible y de alta calidad para la publicación de investigaciones originales, revisiones y estudios de caso que contribuyan al avance del conocimiento en ciencias agrarias, ciencias contables y empresariales, ciencias de la Ingeniería y ciencias de la salud a nivel nacional e internacional.

## PERIODICIDAD

Ciencia Nor@ndina publica dos números, siendo el primero en julio y el segundo en diciembre de cada año.

## CESIÓN DE DERECHOS

Se autoriza la reproducción y citación de los artículos científicos publicados en la revista, siempre y cuando se indique de manera explícita el nombre de la revista, los autores, el título del artículo, volumen, número y páginas. Por otro lado, Las ideas y conceptos presentados en los artículos científicos son responsabilidad de los autores y no representan, en ningún caso, las políticas institucionales de la UNACH.

## CONTENIDO

|                                                                                                                                         |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Influencia del nivel de instrucción en la calidad de vida relacionada con la salud oral en gestantes.....                               | 4-14    |
| Niveles de estrés en gestantes del Centro de Salud Virgen del Carmen Bambamarca-Cajamarca.....                                          | 15-22   |
| Propiedades físico-mecánicas del afirmado con cal en superficies de rodadura en la provincia de Chota, Cajamarca.....                   | 23-37   |
| Importancia de la contabilidad en los proyectos productivos de Cabildo Indígena Nutabe en Colombia.....                                 | 38-47   |
| Violencia en adultos mayores: revisión sistemática en el contexto global de la última década.....                                       | 48-64   |
| Desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.....              | 65-82   |
| Diseño de techos verdes para viviendas en el sector cuatro de la ciudad de Chota, Cajamarca.....                                        | 83-94   |
| Alternativas de protección contra socavación del cauce del río Chotano en el emplazamiento del puente Chota, Cochabamba, Cajamarca..... | 95-124  |
| Nivel de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de albañilería y adobe con Benedetti y Petrini.....                                    | 125-138 |
| Análisis del mortero de junta para muros portantes sustituyendo el agregado fino por filler calizo en Chota, Cajamarca.....             | 139-159 |

## Influencia del nivel de instrucción en la calidad de vida relacionada con la salud oral en gestantes

Influence of education level on quality of life related to oral health in pregnant women

Nicole Medina Valera<sup>1\*</sup>  Gladys Palomino de Taboada<sup>2</sup>  Enrique Rodríguez Jara<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Trujillo, Escuela Profesional de Estomatología, Av. Juan Pablo II S/N, Trujillo, La Libertad, Perú.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Trujillo, Escuela Profesional de Estomatología, Av. Juan Pablo II S/N, Trujillo, La Libertad, Perú.

<sup>3</sup> Universidad Privada Antenor Orrego, Escuela Profesional de Estomatología. Av. América Sur 3145, Trujillo, La Libertad, Perú.

\*Autor de correspondencia: [Email: nicole.medinavalera@gmail.com]

### RESUMEN

La salud oral en el embarazo es clave para el bienestar materno, ya que puede influir en la calidad de vida de la gestante. Diversos factores sociales, como el nivel educativo, pueden condicionar el acceso a información y prácticas preventivas. En ese sentido el objetivo fue determinar la influencia del nivel de instrucción en la calidad de vida en la salud oral de mujeres gestantes que asisten al Hospital La Noria de Trujillo en los meses Octubre – Diciembre del 2024. En el estudio participaron 222 pacientes embarazadas. Las participantes completaron el cuestionario de OHIP-14 (versión española) y se les exploró el índice CPOD (presencia de caries, ausencia de dientes por caries y dientes obturados) y el Índice de higiene oral simplificado (IHO-S). Se evaluaron diferentes covariables, entre ellas el nivel educativo y se hizo uso de las pruebas Kruskal-Wallis y Mann-Whitney. Las gestantes con nivel superior mostraron menor impacto en su calidad de vida oral (media de OHIP-14: 7.75). Las diferencias entre primaria y secundaria no fueron significativas, pero sí entre secundaria y superior ( $p=0.014$ ). Se evidenció mayor conciencia de salud oral en gestantes con educación superior. Se concluye que el nivel educativo influye en el acceso a información, prácticas preventivas y percepción de salud oral, con consecuencias directas en la calidad de vida en el periodo gestacional.

*Palabras Clave:* Caries dental, cavidad oral, educación, embarazo, prevención.

### ABSTRACT

Oral health during pregnancy is key for maternal well-being, as it can influence the quality of life of the pregnant woman. Various social factors, such as education level, can affect access to

information and preventive practices. In this sense, the objective was to determine the influence of education level on the quality of life regarding oral health in pregnant women attending the La Noria Hospital in Trujillo during the months of October – December 2024. The study included 222 pregnant patients. Participants completed the OHIP-14 questionnaire (Spanish version) and underwent exploration for the CPOD index (presence of caries, absence of teeth due to caries, and filled teeth) and the Simplified Oral Hygiene Index (IHO-S). Various covariates were evaluated, including education level, and the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests were used. Pregnant women with higher education levels showed less impact on their oral quality of life (mean OHIP-14: 7.75). The differences between primary and secondary education were not significant, but they were between secondary and higher education ( $p=0.014$ ). There was a greater awareness of oral health among pregnant women with higher education. It is concluded that the educational level influences access to information, preventive practices, and perception of oral health, with direct consequences on the quality of life during pregnancy.

*Key Words:* Dental caries, oral cavity, education, pregnancy, prevention.

## INTRODUCCIÓN

La gestación es una etapa de significativos cambios que demanda la atención de las mujeres, generando inquietudes entre los investigadores debido a las diversas dolencias que estas pueden experimentar y las enfermedades a las que son susceptibles. Entre estas, las afecciones en la cavidad oral se destacan como una de las manifestaciones frecuentes. A menudo, estas afecciones bucales, pueden actuar como factores predisponentes que intensifican los desafíos para el bienestar de las mujeres embarazadas. Sin embargo, aún es limitado el análisis sobre su impacto en la salud física y psicológica de las futuras madres (Bansal et al., 2013).

La salud oral presenta alta prevalencia de patologías como caries, gingivitis y periodontitis en la población general. Las mujeres gestantes son especialmente vulnerables a estas afecciones, muchas veces por falta de programas preventivos,

orientación adecuada o hábitos de higiene deficientes. Esta susceptibilidad afecta no solo la salud de la madre, sino también la del bebé, lo que subraya la importancia de incluir la atención odontológica durante la gestación (Pane et al., 2006).

El nivel de instrucción influye significativamente en la salud oral de las gestantes. Las mujeres con mayor educación suelen tener mayor conocimiento sobre la importancia del cuidado bucal, los riesgos asociados y las medidas preventivas, lo que se refleja en mejores hábitos de higiene, como el cepillado regular, uso de hilo dental y visitas al dentista. Además, tienden a mostrar una actitud más positiva hacia el autocuidado y la atención oportuna. Una buena salud oral también podría reducir complicaciones del embarazo, como parto prematuro o bajo peso al nacer, aunque esto aún requiere mayor investigación (Lafebre et al., 2023; Boggess et al., 2008).

Es así que la salud oral influye directamente en la calidad de vida de las gestantes, ya que abarca no solo la ausencia de enfermedades, sino también el bienestar físico, emocional y social. Para medir este impacto, el presente estudio utilizará el cuestionario OHIP-14 (López et al., 2006), una versión abreviada y validada del original OHIP de 49 preguntas, adaptada para estudios epidemiológicos y disponible en español (Palo et al., 2021; Pacheco et al., 2020a).

Diversos estudios han evidenciado la influencia del nivel de instrucción en la calidad de vida relacionada con la salud oral en gestantes. Pacheco et al. (2020b), encontraron que las mujeres con menor nivel educativo presentaban una calidad de vida oral significativamente más afectada, utilizando también el instrumento OHIP-14. García y Martínez (2021) hallaron que el 30% de gestantes con educación superior tenía conocimiento alto, frente al 6% con primaria. Yupanqui y Peña (2021) también identificaron una correlación positiva entre mayor educación y mejores prácticas en salud oral. De igual forma, Cruz-Ramírez y Ramírez (2022) reportaron que el 93,8% de las gestantes con educación superior tenía conocimiento "bueno" en este ámbito.

Estudiar cómo influye el nivel de instrucción, en la calidad de vida oral en gestantes en el contexto peruano reviste una importancia significativa y tiene sustento en el ámbito teórico, práctico y social. Por lo tanto, el presente estudio tiene como propósito determinar la influencia del nivel de instrucción en la calidad de vida relacionada con la salud oral en mujeres gestantes que

asisten al Hospital La Noria de Trujillo en los meses Octubre – Diciembre del 2024.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

El estudio se realizó en el Hospital La Noria de Trujillo, ubicado en la provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, Perú. Situada a 50 m.s.n.m., en las coordenadas geográficas 8°6'14" de latitud sur y 79°0'37" de longitud oeste, presenta un clima desértico cálido, con una temperatura media anual de 19.5 °C. La humedad relativa varía entre 81% y 86% a lo largo del año, y una precipitación pluvial total anual cercana a los 275 mm concentrándose principalmente en marzo (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía del Perú [SENAMHI], 2024).

### Participantes

La presente investigación fue básica de acuerdo con la orientación, descriptiva de acuerdo con el diseño de contrastación y transversal de acuerdo con la evolución del fenómeno estudiado, en el que participaron 222 mujeres embarazadas de 18 a 40 años que asistieron al Hospital La Noria de Trujillo durante los meses de Octubre – Diciembre del año 2024.

Se utilizó la estadística de probabilidad con muestreo al azar simple para calcular el número de observaciones, un tipo de muestreo probabilístico en el que todas las gestantes de la población tienen la misma posibilidad de ser seleccionadas. Teniendo presente: nivel de confianza 95% ( $Z=1.96$ ), error 5% ( $E=0.05$ ), varianza máxima ( $PQ=0.25$ ) con una población grande  $N=520$

de mujeres gestantes. Resultando en una muestra conformada por 222 gestantes.

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

Los criterios de inclusión para formar parte del estudio fueron: gestantes que no presenten enfermedades crónicas, gestantes de 18 a 40 años, gestantes cuyo control de embarazo no evidencian complicaciones, gestantes que firmaron el consentimiento informado durante los meses de Octubre – Diciembre del 2024.

Como criterio de exclusión del estudio se contempló a aquellas gestantes que decidieron no participar del estudio y a las gestantes que no asistieron el día de la aplicación de la encuesta.

### Instrumentos

Para estimar las condiciones de vida, los datos se recogieron mediante el instrumento de recolección de datos OHIP-14 en su versión validada en español y en su forma resumida de 14 preguntas y conformada por 7 ítems denominadas: i) Limitación funcional, ii) Dolor físico, iii) Malestar psicológico, iv) Incapacidad física, v) Incapacidad psicológica, vi) Incapacidad social y vii) Minusvalía.

Los resultados obtenidos se valoraron utilizando una escala de Likert de cinco niveles, asignando puntajes del 0 al 4, donde 0 correspondía a "nunca", 1 a "casi nunca", 2 a "ocasionalmente", 3 a "frecuentemente" y 4 a "muy frecuentemente". La puntuación total se obtuvo sumando los valores de todas las respuestas; una mayor puntuación reflejaba una peor calidad de vida.

La evaluación de la salud oral de las gestantes se realizó a través de observaciones clínicas intraorales, mediante las cuales se determinó el índice de caries (CPO-D) y el índice de higiene oral simplificado (IHO-S).

### Procedimiento

La recopilación de datos se llevó a cabo mediante la aplicación del cuestionario OHIP-14, el índice de caries (CPO-D) y el índice de higiene oral simplificado (IHO-S). A cada participante se le entregó el cuestionario OHIP-14 en su versión validada al español, con el fin de evaluar la calidad de vida vinculada a la salud oral durante el embarazo.

Además, se realizó una evaluación intraoral a todas las gestantes incluidas en el estudio, registrando de forma confidencial datos sociodemográficos y clínicos como edad, trimestre de gestación, nivel de instrucción y lugar de procedencia, así como los resultados del índice CPO-D y del IHO-S. Esta evaluación fue llevada a cabo por un único examinador, quien también brindó orientación sobre el estudio, explicó los procedimientos y resolvió cualquier duda relacionada con el cuestionario.

### Consideraciones éticas

La investigación tiene como fundamento, el permiso correspondiente de la Escuela de Posgrado de la UNT y el Comité de Investigación y Ética de la Facultad de Estomatología. Además, de la autorización del Hospital La Noria del distrito de Trujillo y el consentimiento informado de las gestantes que intervinieron en la investigación.

### Análisis de la información

El procesamiento de toda la información se realizó de manera computarizada haciendo uso del procesador de texto Microsoft Word 2020 y Microsoft Excel 2020. Los datos de interés fueron registrados en fichas de recolección de datos y posteriormente procesada de forma automatizada utilizando el software estadístico SPSS versión 27, permitiendo organizar los resultados en tablas conforme a los objetivos del estudio. En el análisis estadístico se realizó comparaciones del puntaje medio de la calidad de vida según los niveles establecidos de nivel de instrucción. Se hizo uso de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis; en caso se reporte una diferencia estadística significativa se aplicó la prueba de Mann-

Whitney con ajuste de Bonferroni. También se hizo el análisis de correlación entre las variables cuantitativas mediante el coeficiente de correlación de Spearman  $\rho$  al 5% ( $p < 0.05$ ) de probabilidad.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de la calidad de vida relacionada con la salud oral en gestantes según su nivel de instrucción, se observaron diferencias importantes entre los grupos educativos. Las gestantes con educación primaria mostraron diferencias en los puntajes de calidad de vida oral según su índice de higiene, aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $H = 2.73$ ;  $p = 0.255$ ). (Tabla 1).

**Tabla 1.** Puntaje medio en calidad de vida según nivel de instrucción primaria en gestantes que asisten al Hospital La Noria de Trujillo.

| Índice de higiene oral | Media | Desviación estándar | Mediana | n  |
|------------------------|-------|---------------------|---------|----|
| Bueno                  | 7.13  | 6.42                | 6.00    | 15 |
| Regular                | 10.29 | 7.18                | 10.00   | 7  |
| Malo                   | 17.00 | —                   | 17.00   | 1  |

Prueba de Kruskal-Wallis:  $H = 2.73$ ,  $p = 0.255$  (no significativa)

De forma similar, en el grupo con educación secundaria, las diferencias tampoco alcanzaron significación estadística ( $H = 4.45$ ;

$p = 0.108$ ), a pesar de una tendencia hacia mayor impacto negativo en quienes tenían higiene deficiente (Tabla 2).

**Tabla 2.** Puntaje medio en calidad de vida según nivel de instrucción secundaria en gestantes que asisten al Hospital La Noria de Trujillo.

| Índice de higiene oral | Media | Desviación estándar | Mediana | n  |
|------------------------|-------|---------------------|---------|----|
| Bueno                  | 10.98 | 8.92                | 8.00    | 40 |
| Regular                | 9.74  | 6.99                | 8.00    | 72 |
| Malo                   | 14.30 | 6.06                | 15.00   | 10 |

Prueba de Kruskal-Wallis:  $H = 4.45$ ,  $p = 0.108$  (no significativa)

En contraste, entre las gestantes con educación superior, se encontró una diferencia estadísticamente significativa en los puntajes de calidad de vida oral según el índice de higiene ( $H = 8.48$ ;  $p = 0.014$ ). Esto

sugiere que, en este grupo, el nivel de higiene oral influye claramente en la percepción de su calidad de vida bucodental (Tabla 3).

**Tabla 3.** Puntaje medio en calidad de vida según nivel de instrucción superior en gestantes que asisten al Hospital La Noria de Trujillo.

| Índice de higiene oral | Media | Desviación estándar | Mediana | n  |
|------------------------|-------|---------------------|---------|----|
| Bueno                  | 7.75  | 8.19                | 4.00    | 32 |
| Regular                | 12.91 | 8.78                | 12.00   | 44 |
| Malo                   | 3.00  | —                   | 3.00    | 1  |

Prueba de Kruskal-Wallis:  $H = 8.48$ ,  $p = 0.014$  (significativa)

Cuando se analizó de manera global a todas las gestantes, se observó nuevamente una diferencia significativa entre los grupos según el índice de higiene oral ( $H = 8.49$ ;  $p = 0.014$ ). La prueba por pares indicó que los puntajes

en el grupo con higiene “mala” fueron consistentemente más altos (mayor impacto negativo), especialmente entre quienes no contaban con educación superior (Tabla 4).

**Tabla 4.** Puntaje medio en calidad de vida según nivel de instrucción global en gestantes que asisten al Hospital La Noria de Trujillo.

| Índice de higiene oral | Media | Desviación estándar | Mediana | n   |
|------------------------|-------|---------------------|---------|-----|
| Bueno                  | 9.13  | 8.36                | 6.00    | 87  |
| Regular                | 10.90 | 7.77                | 10.00   | 123 |

| Índice de higiene oral | Media | Desviación estándar | Mediana | n  |
|------------------------|-------|---------------------|---------|----|
| Malo                   | 13.58 | 6.46                | 15.00   | 12 |

Prueba de Kruskal-Wallis:  $H = 8.49$ ,  $p = 0.014$  (significativa)

Los hallazgos de este estudio permiten afirmar que el nivel educativo tiene un impacto significativo en la calidad de vida vinculada a la salud oral de las mujeres gestantes. En concordancia con investigaciones previas, se evidenció que las gestantes con educación superior presentan un menor impacto negativo en su salud oral, manifestado por puntajes más bajos en el cuestionario OHIP-14. Esta relación sugiere que un mayor nivel educativo proporciona a las gestantes un acceso más eficiente a contenidos informativos, mayor conciencia de su salud oral y mejores prácticas preventivas (Palo et al., 2021; De Oliveira et al., 2020).

A pesar de que no se encontraron diferencias significativas entre los niveles primario y secundario, sí se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles secundario y superior, tanto a nivel específico como en el análisis global, lo que refuerza la idea de que el nivel de educación actúa como un determinante clave en la percepción y el manejo de la salud oral durante el embarazo (Silva et al., 2023). Estos hallazgos se alinean también con investigaciones internacionales. Pacheco et al. (2020) en Brasil, hallaron que las mujeres con menor nivel de instrucción presentaban una calidad de vida oral significativamente más afectada, utilizaron también el instrumento OHIP-14 (Pacheco et al., 2020).

De manera similar, García y Martínez (2021) evidenciaron que el 30% de las gestantes con instrucción superior presentaban un nivel de conocimiento alto sobre salud oral, en comparación con solo el 6% de aquellas con nivel primario. Esta investigación confirmó una clara correlación entre el nivel educativo y el conocimiento en salud oral, particularmente en el ámbito preventivo. Esta notable diferencia pone en evidencia que el nivel de instrucción no solo influye en la percepción de la salud oral, sino también en la apropiación de prácticas saludables que repercuten directamente en la calidad de vida durante el embarazo (García et al., 2021). Nuestros resultados se alinean también con los de Yupanqui y Peña (2021), cuyo estudio encontró una correlación positiva y significativa entre el nivel de instrucción universitaria/técnica y la adopción de prácticas adecuadas de higiene bucal durante el embarazo. Los resultados revelaron que las gestantes con mayor grado académico no solo demostraban mayor conocimiento, sino también una actitud más activa hacia la prevención y el autocuidado odontológico (Yupanqui et al., 2021).

Cruz-Ramírez y Ramírez (2022) obtuvieron resultados semejantes a los determinados en este estudio, los autores evaluaron el conocimiento sobre salud bucal en relación con variables como el nivel de instrucción, el trimestre de embarazo y la edad. En su

estudio indicaron que el 93,8% de las gestantes con nivel educativo superior alcanzaron un nivel de conocimiento clasificado como “bueno”, mientras que este porcentaje disminuyó progresivamente en los grupos con menor escolaridad (Cruz et al., 2022).

Una posible explicación de las semejanzas de nuestros hallazgos y los estudios previamente citados se debe a que todas las investigaciones comparten un contexto social y educativo similar, metodologías compatibles, y un enfoque común sobre la influencia del nivel educativo en la conducta y percepción de salud oral durante el embarazo. Esto refuerza la validez de los hallazgos y la pertinencia de seguir promoviendo intervenciones educativas diferenciadas según nivel de instrucción.

También es importante mencionar que las diferencias halladas entre los diferentes grados de instrucción radican en que la educación formal permite a las mujeres desarrollar habilidades cognitivas que les facilitan comprender la importancia de la salud oral, adoptar conductas saludables y buscar atención oportuna (Wassihun et al., 2022). Además, un mayor nivel educativo suele estar vinculado a mejores condiciones socioeconómicas, lo cual también favorece el acceso a productos de higiene y servicios de salud (Paiva et al., 2023).

No obstante, es importante reconocer ciertas limitaciones del estudio. La muestra fue seleccionada en un solo hospital del distrito de Trujillo, lo cual podría limitar la generalización de los resultados a otras regiones del país. Asimismo, el número de gestantes con nivel primario y con índice de

higiene oral “malo” fue bajo, lo que podría haber afectado la potencia estadística para detectar diferencias en estos subgrupos.

Pese a ello, los resultados obtenidos reafirman la necesidad de incorporar estrategias educativas diferenciadas dentro de los programas de salud materna, enfocadas en las gestantes con menor nivel de instrucción. Promover la educación en salud oral desde el primer trimestre del embarazo podría reducir el impacto negativo en la calidad de vida de estas mujeres, contribuyendo así a su bienestar integral y al del futuro recién nacido.

## CONCLUSIONES

El nivel de instrucción influye en la calidad de vida relacionada con la salud oral en gestantes; quienes tienen educación superior perciben mejor su salud oral, mientras que no se observaron diferencias entre niveles educativos básicos. Esto destaca la necesidad de intervenciones educativas para mujeres con menor nivel académico.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al personal del Hospital de La Noria de Trujillo por su apoyo logístico y técnico durante la realización de este trabajo; y a todas las pacientes que participaron voluntariamente en este estudio. Su colaboración fue fundamental para la obtención de los resultados.

## Financiamiento

Este estudio no contó con apoyo financiero ni patrocinio por parte de ninguna institución o entidad.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de interés relacionados con el contenido de este artículo científico.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bansal, M., & Kumar-Gupta, R. (2013). Pregnancy and oral health. *Dental Journal of Advance Studies*, 1(2), 73–76.
- Boggess, K. A., & Edelstein, B. L. (2008). Oral health knowledge and attitudes of pregnant women in relation to their education and behaviors. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 8(1), 13. <https://doi.org/10.1186/1471-2393-8-13>
- Cruz Ramírez, N., & Ramírez Beserra, M. (2022). Conocimientos sobre salud bucal en gestantes atendidas en un establecimiento de salud público de Tumbes [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109438>
- De Oliveira, B. M. A., Nadanovsky, P., & de Araújo, R. C. M. (2020). Oral health and quality of life of pregnant women: The influence of sociodemographic factors. *Ciência & Saúde Coletiva*, 25(6), 2315–2324. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020256>
- García Ramírez, M., & Martínez Vásquez, J. (2021). Nivel de conocimiento de salud bucal en gestantes en centros de salud de San Martín [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75409>
- Lafebre-Carrasco, M.F., Arroyo-Menéndez, M., Lozano-Paniagua, D., Parrón-Carreño, T., & Nievas-Soriano, B.J. (2023). Social and preventive factors that explain oral health among pregnant women in the Canton of Cuenca, Ecuador. *Healthcare*, 11(19), 2664. <https://doi.org/10.3390/healthcare11192664>
- López, R., & Baelum, V. (2006). Spanish version of the Oral Health Impact Profile (OHIP-Sp). *BMC Oral Health*, 6, 11. <https://doi.org/10.1186/1472-6831-6-11>
- Palo, K., Tolvanen, M., Karlsson, H., Karlsson, L., & Lahti, S. (2021). Is the oral health-related quality of life associated with quality of life among pregnant Finnish families? A cross-sectional study. *Acta Odontologica Scandinavica*, 79(7), 523–527. <https://doi.org/10.1080/00016357.2021.1906441>
- Pacheco, K. T. S., Sakugawa, K. O., Martinelli, C. D., Degli Esposti, C. E. D., Pacheco Filho, A. C., Garbin, C. A. S., et al. (2020a). Oral health and quality of life of pregnant women: The influence of sociodemographic factors. *Ciência & Saúde Coletiva*, 25(6), 2315–2324. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020256>
- Pacheco, R. F., Públio, J. C., Ferreira, E. F., & Haikal, D. S. (2020b). Impact of oral health on the quality of life of

- pregnant women: A cross-sectional study. *Health and Quality of Life Outcomes*, 18(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s12955-020-01299-2>
- Paiva, G. M., Ferreira, F. M., Fraiz, F. C., Assunção, L. R. D. S., & Kuklik, H. H. (2023). The moderating effect of oral health literacy on the relationship between socioeconomic conditions and untreated dental caries in pregnant women. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 33(4), 523–531. <https://doi.org/10.1111/ipd.13072>
- Pane, S., Solans, M., Gaite, L., & Serra-Sutton, V. (2006). Instrumentos de calidad de vida relacionada con la salud en la edad pediátrica: Revisión sistemática de la literatura: actualización. Departamento de Psiquiatría, Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Cantabria.
- Silva, R. M. A., Navarro-Sancho, N., Costa-Pinto, C., et al. (2023). Oral health literacy and its association with oral health-related quality of life among pregnant women: A cross-sectional study in southern Brazil. *BMC Oral Health*, 23, 134. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-02718-4>
- Yupanqui Obregón, S., & Peña Ccahuana, S. (2021). Nivel de conocimiento y práctica sobre salud bucal en gestantes [Tesis de licenciatura, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio USS. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/9676>
- Wassihun, B., Ayinalem, A., & Beyene, K. (2022). Knowledge of oral health during pregnancy and associated factors among pregnant mothers attending antenatal care at South Omo Zone public hospitals, Southern Ethiopia, 2021. *PLOS ONE*, 17(8), e0273795. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0273795>

### Contribución de autoría

Concepción y elaboración del manuscrito:

Nicole Medina Valera

Análisis de datos: Enrique Rodríguez Jara

Supervisión: Gladys Palomino de Taboada

Recibido: 29-06-2025 Aceptado: 7-08-

2025 Publicado: 8-08-2025

## Niveles de estrés en gestantes del Centro de Salud Virgen del Carmen Bambamarca- Cajamarca

Stress levels in pregnant women at the Virgen del Carmen Health Center in Bambamarca,  
Cajamarca

José Luis Blanco Llamo<sup>1</sup>  Edey Magna Vásquez Idrogo<sup>1</sup>  Jorge Romain Tenorio Carranza<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), Escuela Profesional de Enfermería,  
Ciudad Universitaria Colpa Matara, 06120, Sede Central: Jirón José Osorio N°418, Chota, Cajamarca,  
Perú

\*Autor de correspondencia: [Email: jrtenorio@unach.edu.pe]

### RESUMEN

El estrés durante el periodo de la gestación es considerado como una enfermedad mental, pudiendo llevar a complicaciones para la madre y el recién nacido; el objetivo de la investigación se centró en determinar el nivel de estrés de las gestantes que acudían al Centro de Salud Virgen del Carmen. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con nivel descriptivo transversal y diseño no experimental. Para esto participaron 78 gestantes, la técnica usada fue la encuesta y el cuestionario como instrumento. Referente a los resultados, se determinó rangos de edades que estuvieron entre 15-20 y 26-30; ambos coinciden en el 26,9%. La convivencia tuvo el 79,5%, el 26,9% fueron gestantes con secundaria completa, el 83,3% eran amas de casa, el 43,6% se encontraban con 7 a 9 meses de edad gestacional. Con relación al nivel de estrés, la dimensión fisiológica tuvo 89,7% con estrés moderado, el 9% severo; la dimensión psicológica mostró un estrés moderado en el 76,9%, frente al 23,1% de severo. Se concluye, que las gestantes del centro de salud tienen un nivel de estrés mayor a las embarazadas de un hospital, difiriendo en el 80%.

*Palabras claves:* Cortisol, gestante, gestación y salud mental.

### ABSTRACT

Stress during the gestation period is considered a mental illness, which can lead to complications for the mother and the newborn; the objective of the research was focused on determining the stress level of the pregnant women who attended the Virgen del Carmen Health Center. The study was developed under a quantitative approach, with a cross-sectional descriptive level and a non-experimental design. For this, 78 pregnant women participated, the technique used was the survey and the questionnaire as an instrument. Regarding the results, age ranges were determined between 15-20 and 26-30; both coincide at 26.9%. 79.5% lived together, 26.9% were pregnant women with completed secondary school, 83.3% were

housewives, and 43.6% were 7 to 9 months of gestational age. In relation to the level of stress, the physiological dimension had 89.7% with moderate stress, 9% severe; The psychological dimension showed moderate stress in 76.9%, compared to 23.1% for severe stress. It is concluded that pregnant women in the health center have a higher level of stress than pregnant women in a hospital, differing by 80%.

*Keywords:* Cortisol, pregnant women, pregnancy and mental health.

## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) resalta que 970 millones de personas sufren problemas mentales, teniendo al estrés como uno de los principales causantes; siendo así, que más de 31 países de América Latina, el 62% han sufrido estrés durante su vida.

El estrés en la gestación es considerado un problema de salud mental, que lleva a complicaciones durante y posterior a la gestación, estos trastornos pueden estar relacionados con ámbito personal, desórdenes familiares e incluso sociales; durante este evento, la glándula suprarrenal produce mensajeros químicos como la epinefrina, norepinefrina, la dopamina y el glucocorticoide; estas sustancias se encargan de alertar y ponerlo en sobre aviso (Sánchez, 2023).

Este problema llevó a una aparición de estrés del 95% en gestantes de la república China, el 91,9% en Tailandia, el 23,6% en Etiopía, el 11,6, en Surinam; dándose específicamente en el primer y segundo trimestre de gestación (López et al., 2023). En China, en el 2024, de 463 gestantes, se determinó que el 87,9% tuvo estrés leve y el 7,3% estrés moderado (Zhang et al., 2024).

De igual manera, en Dinamarca y Pensilvania se ha reportado que el estrés moderado y severo lleva a partos

premáturos, es decir, antes de las 37 semanas de gestación; el estrés tuvo su origen en las preocupaciones sobre el proceso del embarazo (Bergeron et al., 2023; Kornfield et al., 2022). A nivel de Latinoamérica, se ha observado alta prevalencia de estrés, como es el caso de Brasil con 93%; asimismo, en Colombia fue del 25,8%, en México 41%, en Chile el 50,7%, en Perú 24,1 % y 22% en Venezuela (Goyes et al., 2022; Lopes et al., 2023) .

A nivel del Perú, en Huancavelica se ha observado que el 64% de gestantes tuvieron un estrés moderado y el 36% leve (Sánchez, 2023). Por otro lado, en Ayacucho, el 64,7% tuvieron un nivel de estrés medio, el 31,8% un nivel severo y el 3,5% un nivel bajo (Ovalle & Velásquez, 2023). A nivel local, en el hospital de Chota de 150 predominó los niveles altos de estrés prenatal (Vásquez, 2023).

Además de lo ya indicado, este trastorno mental, en muchos casos es provocado por situaciones desfavorables del embarazo como las malformaciones fetales, cambios hormonales, que desencadena sentimientos de preocupación para el cuidado posterior al parto, problemas de gravidez, disminución de la autoestima (Lopes et al., 2023).

La investigación realizada tiene relevancia social, ya que beneficiará directamente a las gestantes que presenten problemas

psicológicos como el estrés, el beneficio se dará con la presentación de los resultados, a los involucrados, permitiéndoles adoptar estrategias a corto plazo que eviten complicaciones futuras en la madre y el feto. Así mismo, resalta la importancia teórica y práctica, ya que se puede generalizar el uso de los instrumentos por el personal que labora en los diferentes establecimientos de salud que tienen contacto con las gestantes, sin duda, los resultados se convertirán en un acervo investigativo para futuros temas de estudio que sigan la misma línea de investigación, ya que no se cuenta con investigación similar a nivel de la región.

En ese contexto, el objetivo que se planteó en la investigación fue determinar el nivel de estrés en gestantes atendidas en el Centro de Salud Virgen del Carmen, Bambamarca.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Lugar de estudio**

La investigación se realizó en el Centro de salud Virgen del Carmen, del distrito de Bambamarca. Está localizado en el Norte del Perú, con las coordenadas 6°40'52"S 78°31'19"O con una altitud 2532 m.s.n.m. La temperatura promedio es de 14.3 °C (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2024) [SENAMHI, 2024] El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con nivel descriptivo transversal, diseño no experimental y de tipo prospectivo, porque se extrajo la información de las fuentes primarias, permitiendo expresarlas en tablas de doble entrada (Hadi et al., 2023). Las gestantes que participaron fueron 78 esto según el

Sistema de vigilancia para gestantes y puerperas (SIVIGYP), no fue necesario sacar una muestra, teniendo en cuenta que es una población pequeña y accesible; el muestreo se realizó de forma probabilística y de manera aleatorio simple; el instrumento usado, se caracterizó por ser de autoevaluación y con preguntas estructuradas; este cuestionario se describe como inventario de depresión de Beck, consta de 21 preguntas, los resultados a obtener son leve (1 a 15 puntos), moderado (16 a 30 puntos) y severo (31 a 45 puntos); para la accesibilidad al padrón del SIVIGYP se solicitó permiso al jefe del centro de salud y del servicio de obstetricia, pudiendo obtener los datos y direcciones de las gestantes para posteriormente realizar la aplicación de la encuesta, previa autorización con la firma del consentimiento informado; la autoadministración del cuestionario duró aproximadamente 20 minutos, posterior a la recolección mediante una encuesta se ingresó al software de Excel 2016, y generando una matriz de consistencia en el Software gratuito SPSS. V.26.0; que permitió realizar la comprobación de la hipótesis, para ello se usó la prueba no paramétrica de Chi cuadrado, teniendo en cuenta el intervalo de confianza de 95% y considerando significativo un valor de  $p < 0,05$ , finalmente estos resultados se presentaron en tablas de doble entrada para su posterior análisis (Hernández, 2015)

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las características sociodemográficas evidencian que las edades de las gestantes varían entre 15 y 20 años y de 26 a 30, cada

grupo representa el 26,9%; en relación con el estado civil, el 79,5% son convivientes; el grado educativo alcanzado fue secundaria completa esto en el 26,9%, esto frente al 20,5% que culminaron la educación

superior; un 83,3% se dedica a las labores del hogar; el 43,6% de las gestantes tiene entre 7 y 9 meses de embarazo y el 37,2% se encuentra cursando el 4 mes de gestación (Tabla 1).

**Tabla 1.** Características sociodemográficas de las gestantes atendidas en el Centro de Salud.

| Características sociodemográficas | N° | %    |
|-----------------------------------|----|------|
| <b>Edad</b>                       |    |      |
| 15-20                             | 21 | 26,9 |
| 21-25                             | 12 | 15,4 |
| 26-30                             | 21 | 26,9 |
| 31-35                             | 19 | 24,4 |
| 36-40                             | 5  | 6,4  |
| <b>Estado civil</b>               |    |      |
| Soltera                           | 5  | 6,4  |
| Casada                            | 11 | 14,1 |
| Conviviente                       | 62 | 79,5 |
| <b>Grado de instrucción</b>       |    |      |
| Primaria completa                 | 10 | 12,8 |
| Primaria incompleta               | 8  | 10,3 |
| Secundaria completa               | 21 | 26,9 |
| Secundaria incompleta             | 13 | 16,7 |
| Superior completa                 | 16 | 20,5 |
| Superior incompleta               | 10 | 12,8 |
| <b>Situación laboral</b>          |    |      |
| Ama de casa                       | 65 | 83,3 |
| Estudiante                        | 9  | 11,5 |
| Independiente                     | 4  | 5,1  |
| <b>Trimestre de gestación</b>     |    |      |
| I Trimestre                       | 15 | 19,2 |
| II Trimestre                      | 29 | 37,2 |
| III Trimestre                     | 34 | 43,6 |

Virgen del Carmen-Bambamarca

Los datos demográficos son características estadísticas de las gestantes, que permitieron, identificar y analizar su

contexto determinado, evidenciando la edad en años, grado de instrucción, estado civil e incluso la edad gestacional.

Estos resultados son similares a los reportados por Sánchez (2023), quien encontró como edad más común a los rangos de 18 a 34 años con un 68%; el nivel de instrucción que sobresale es el nivel secundario con el 80% y el 42% se encuentra en el II Trimestre de gestación

Las gestantes jóvenes podrían tener un impacto negativo, afectando también a sus familiares y entorno social, el efecto estaría relacionado con la interrupción de la educación, afectando la estabilidad económica, y complicaciones en la salud del feto y la madre, esto debido a la inmadurez del organismo (Oliva et al., 2021).

La convivencia de las gestantes con su pareja muestra un nivel alto de estrés, aludiéndose al apoyo emocional que no recibe de su conviviente en el proceso de la gestación; de la misma manera, el tener que estar en casa durante las 24 horas realizando actividades repetitivas como ama de casa, eleva el nivel de estrés, considerándose estas actividades como un continuo desgaste físico y psicológico (Chávez, 2022).

De manera similar, durante el tercer trimestre que abarca las 25 a 40 semanas, son propensas a desencadenar niveles de estrés a causa de episodios fisiológicos y anatómicos que provoca la hipertrofia celular del feto, a esto se agrega, las preocupaciones del proceso del parto, puerperio y expectativas sociales (Camargo et al., 2022). Sin duda, la pareja y la familia juega un papel primordial para sobrellevar de manera adecuada estas alteraciones, en muchos casos tiene que intervenir el profesional de salud, quienes están en la capacidad de brindar técnicas de relajación, como la meditación y el ejercicio moderado, siendo beneficioso para mantener un equilibrio emocional y prepararse de forma adecuada para la llegada del recién nacido (Torres & Alejandra, 2023)

Se observa que en la dimensión fisiológica el 89,7% presenta estrés moderado, 9,0% severo y el 1,3% leve y en la dimensión psicológica el 76,9 % presenta estrés moderado y el 23,1 % severo (Tabla 2).

**Tabla 2.** Estrés en gestantes por dimensiones atendidas en un Centro de salud Virgen del Carmen-Bambamarca.

| Niveles de estrés | N° | %     |
|-------------------|----|-------|
| Fisiológicas      |    |       |
| Leve              | 1  | 1,3   |
| Moderado          | 70 | 89,7  |
| Severo            | 7  | 9,0   |
| Psicológicas      |    |       |
| Moderado          | 60 | 76,9  |
| Severo            | 18 | 23,1  |
| Total             | 78 | 100,0 |

El estrés es entendido como una reacción fisiológica del organismo frente a situaciones complejas del proceso del embarazo, situación que puede complicar el desarrollo normal de los nueve meses, evidenciándose con efectos negativos a nivel mental (Monterrosa et al., 2022). Situación preocupante al identificar un nivel moderado de estrés en la dimensión fisiológica; los resultados se asemejan a los encontrados por (Kornfield et al., 2022), donde el 63,7% presentaba un nivel alto de estrés, y el 34,3% nivel promedio.

Vásquez (2023) en su estudio mostró que la dimensión de estresores internos tuvo el 81,3% ubicándose con un nivel alto de estrés y 18,7% nivel bajo; en la dimensión de estresores externos con el 88% y el 12% nivel bajo.

En la dimensión fisiológica del estrés, las gestantes tienen un nivel de estrés moderado a causa de dolores de cabeza, pérdida de apetito, vulnerabilidad o enfermedades cardiovasculares, depresión y otras afecciones; asimismo, en la

dimensión psicológica se evidenció respuestas complejas al estrés, que se reducían por los mecanismos de defensa emocional que recibe la gestante en el ambiente familiar. Se debe destacar que los condicionantes que generan estrés, son producto de muchos factores que abarcan el área psicológica, social, biológica e incluso ambiental. Los factores que sobresalen son: dolor de cabeza, estreñimiento, dolor en diferentes partes del cuerpo, estados emocionales intensos relacionados con parto y atención al recién nacido.

Se puede deducir que el nivel de estrés tanto moderado y severo en las gestantes tiene un impacto negativo, atribuyéndose. A la crítica y el rechazo que pueden sufrir algunas gestantes por parte de su entorno social, llevándola al aislamiento. Al igual, la relación con su familia y pareja se complica, generando tensiones emocionales, que afectan el bienestar del feto, el parto (Uribe, 2022).

**Tabla 3.** Nivel de estrés en gestantes atendidas en el Centro de Salud Virgen del Carmen.

| Estrés   | Nº observado | Nº esperado | Residuo | p-valor |
|----------|--------------|-------------|---------|---------|
| Moderado | 64           | 39,0        | 25,0    | 0,000*  |
| Severo   | 14           | 39,0        | -25,0   |         |

\* Prueba de Chi cuadrado de bondad de ajustes.

Haciendo una proporción de las gestantes atendidas en un hospital, se presentaron proporciones, en diferentes niveles de estrés, siendo la mayor proporción en el nivel moderado con el 81% en promedio. Asimismo, a nivel estadístico se acepta la hipótesis H<sub>1</sub>: El nivel de estrés en gestantes atendidas en el establecimiento de salud

Virgen del Carmen, es diferente al nivel de estrés de un hospital, por tener un p- valor muy significativo ( $p = 0,000$ ).

En el Centro de Salud Virgen del Carmen, el nivel de estrés moderado en las gestantes predomina, se alude a que el personal de salud está más inmerso en el primer nivel de atención; en cambio, para el Hospital el

nivel de estrés en las gestantes es inferior, debido probablemente a la atención más sofisticada por la categoría y el contar con mayor cantidad de profesionales multidisciplinarios.

## CONCLUSIONES

El perfil sociodemográfico de las gestantes se caracterizó por un mayor porcentaje de gestantes entre 15 y 30 años, resaltando el estado civil, conviviente, con un oficio de ama de casa y la mayor parte de las participantes se encontraron en el tercer trimestre.

El nivel de estrés moderado es el que ha sobresalido, esto en la dimensión fisiológica, aludiendo que el Centro de Salud Virgen del Carmen se encuentra en el primer nivel de atención, a diferencia del hospital que presenta un nivel de estrés bajo, por la presencia de profesionales multidisciplinarios.

## Financiamiento

Los investigadores no tuvieron algún tipo de financiamiento o patrocinio; los gastos generados durante todo el proceso de la investigación fueron cubiertos por los autores.

## Conflicto de interés

No existe ningún tipo de interés con los contenidos de este artículo científico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bergeron, J., Cedervik, L., Fortier, I., Rod, N. H., Andersen, P. K., & Andersen, A.-M. N. (2023). Maternal stress during pregnancy and gestational duration: A cohort study from the

Danish National Birth Cohort. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 37(1), 45-56. <https://doi.org/10.1111/ppe.12918>

Camargo, A. L., Estrada-Esparza, S. Y., Reveles-Manríquez, I. J., Manzo-Castillo, J. A., Luna-López, M. C. de, Flores-Padilla, L., Camargo-Reta, A. L., Estrada-Esparza, S. Y., Reveles-Manríquez, I. J., Manzo-Castillo, J. A., Luna-López, M. C. de, & Flores-Padilla, L. (2022). Factores de riesgo de complicaciones perinatales en el embarazo de adolescentes. *Ginecología y obstetricia de México*, 90(6), 495-503. <https://doi.org/10.24245/gom.v90i6.6818>

Chávez, V. (2022). *Factores asociados al nivel de ansiedad, depresión y estrés en gestantes del C.S. Alto Libertad Durante la Pandemia por Covid – 19 en Arequipa, setiembre 2021 – enero 2022* (Repositorio de la Universidad Católica de Santa María) [Tesis de título, Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8329eb1e-5fd4-4e6b-bb97-308143fc7fa3/content>

Goyes, M. B., Rosero Ordóñez, S. F., & Flores Brito, P. R. (2022). Prevalencia de depresión en el embarazo y puerperio. Diferencia entre multíparas y primigestas. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de la Salud. Salud y Vida*, 6(Extra 1), 34-42.

- Hadi, M., Martel, C., Huayta, F., Rojas, R., & Arias, J. (2023). *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis* [Text.Chapter]. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>
- Hernández, R. (2015). *Metodología de la Investigación* (6ta ed., Vol. 1). Punta Santa Fe. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Kornfield, S. L., Riis, V. M., McCarthy, C., Elovitz, M. A., & Burris, H. H. (2022). Maternal perceived stress and the increased risk of preterm birth in a majority non-Hispanic Black pregnancy cohort. *Journal of Perinatology: Official Journal of the California Perinatal Association*, 42(6), 708-713. <https://doi.org/10.1038/s41372-021-01186-4>
- Lopes, B. C. S., Lima, C. de A., Ferreira, T. S. B., Freitas, W. M. L. de, Ferreira, T. B., Pinho, L. de, Brito, M. F. S. F., & Silveira, M. F. (2023). Perceived stress and associated factors in pregnant women: A cross-sectional study nested within a population-based cohort. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, 23, e20220169. <https://doi.org/10.1590/1806-9304202300000169-en>
- Monterrosa, A., Gonzalez-Sequeda, A., & Romero-Martínez, S. (2022). Estrés psicológico percibido y factores asociados en gestantes de bajo riesgo que acuden a control prenatal: Estrés psicológico y factores asociados en gestantes. *Archivos de Medicina (Manizales)*, 22(1). <https://doi.org/10.30554/archmed.22.1.4085.2022>
- Oliva, D. A. F., García, V. A. N., & Fernández, E. T. G. (2021). Riesgos y complicaciones asociados al embarazo en la adolescencia. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 25(5), 1-14.
- Organización Mundial de la Salud. (2022, junio). *Trastornos mentales*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders>
- Ovalle, J., & Velásquez, L. (2023). *"Factores asociados con el estrés en gestantes adolescentes atendidas en el centro de salud belén. Ayacucho—Perú 2023 Ayacucho-agosto-noviembre. 2022"* (Repositorio de la Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga) [Tesis de título, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9bf88770-5996-46af-ade8-0aa67399a97a/content>
- Sánchez, A. (2023). *Nivel de estrés en las gestantes atendidas en un establecimiento de salud de la provincia de Huaytará durante el 2023* (Repositorio de la Universidad Nacional de Huancavelica) [Tesis de

- título, Universidad Nacional de Huancavelica].  
<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5fb3d9a0-f26f-4890-b646-0acaaf7533a3/content>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2024). *Mapa Climático del Perú*. informativa. <https://www.senamhi.gob.pe/servicios/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Torres, H., & Alejandra, N. (2023). *Determinantes sociales de la salud que influyen en el bienestar psicológico durante el embarazo. Hospital Aplao, Castilla—Arequipa 2022*. (Repositorio de la Universidad Católica de Santa María) [Universidad Católica de Santa María].  
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e979db79-e84c-4d51-b673-e4ba1dbc3bf5/content>
- Uribe, M. R. E. (2022). El entorno social como determinante del abandono de controles prenatales en adolescentes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), Article 5.  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i5.3061](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3061)
- Vásquez, C. (2023). *Apoyo social y estrés prenatal en gestantes del servicio de gineco—Obstetricia de un Hospital de Chota, 2022* (Repositorio de la Universidad Señor de Sipan) [Tesis de título, Universidad Señor de Sipan].  
[eam/handle/20.500.12802/12350/Vasquez%20Guevara%2C%20Carlos%20Aristedes%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uss.edu.pe/bitstr)
- Zhang, L., Huang, R., Lei, J., Liu, Y., & Liu, D. (2024). Factors associated with stress among pregnant women with a second child in Hunan province under China's two-child policy: A mixed-method study. *BMC Psychiatry*, 24(1), 157.  
<https://doi.org/10.1186/s12888-024-05604-7>

### Contribución de autoría

Conceptualización y elaboración del manuscrito: Jorge Romain Tenorio Carranza  
Recolección de datos: José Luis Blanco Llamó  
Análisis de datos: Jorge Romain Tenorio Carranza  
Investigación: Edey Magna Vásquez Idrogo  
Metodología: Jorge Romain Tenorio Carranza.

Recibido: 27-06-2025

Aceptado: 7-08-2025 Publicado: 8-08-2025

## Propiedades físico-mecánicas del afirmado con cal en superficies de rodadura en la provincia de Chota, Cajamarca

Physical and mechanical properties of lime paving on rolling surfaces in the province of Chota, Cajamarca

José Jeiner Muñoz Núñez<sup>1\*</sup>  Luis Miguel Bustamante Silva<sup>1</sup>  Cristhian Saúl López Villanueva<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Ciudad Universitaria Colpamatara, 06120, Chota, Cajamarca, Perú

\*Autor de correspondencia: [Email: jeinermunoz13@gmail.com]

### RESUMEN

Las carreteras no pavimentadas de la provincia de Chota presentan deterioro prematuro debido a materiales de afirmado con propiedades físico-mecánicas deficientes, lo que afecta su durabilidad y funcionalidad. En este sentido, el objetivo en este estudio fue determinar la adición de cal al 2% y 5% en el mejoramiento del material de afirmado utilizado en superficies de rodadura. Se utilizó material extraído de la cantera "La Chuica", donde se tomaron cinco muestras representativas para los ensayos de laboratorio. Se realizaron pruebas de granulometría, límites de consistencia, compactación Proctor, abrasión Los Ángeles y California Bearing Ratio (CBR), comparando el comportamiento del afirmado natural con el modificado con cal. Los resultados mostraron que el material en estado natural presentaba un límite líquido de 40.2%, índice de plasticidad de 18.04% y un CBR de 25.74%, valores por debajo de lo exigido por la normativa peruana. Al adicionar cal al 2%, el índice de plasticidad se redujo a 12.2% y el CBR aumentó a 30.96%. Con 5% de cal, se obtuvo un índice de plasticidad de 5.6% y un CBR de 40.24%, superando el valor mínimo requerido de 40%. Se concluye que la adición de cal al 5% mejoró significativamente las propiedades físico-mecánicas del material afirmado, especialmente el índice de plasticidad y el CBR.

*Palabras clave:* CBR, compactación, plasticidad, límite líquido, suelos.

### ABSTRACT

Unpaved roads in the province of Chota exhibit premature deterioration due to granular materials with poor physical and mechanical properties, affecting their durability and functionality. In this context, the objective of this study was to determine the effect of adding 2% and 5% lime on the improvement of granular materials used in unpaved road surfaces. Material was extracted from the "La Chuica" quarry, from which five representative samples were taken for laboratory testing. Grain size distribution, consistency limits, modified Proctor compaction, Los Angeles abrasion, and California Bearing Ratio (CBR) tests

were conducted, comparing the behavior of untreated material with lime-treated samples. The results showed that the untreated material had a liquid limit of 40.2%, a plasticity index of 18.04%, and a CBR of 25.74%, which are below the limits required by Peruvian regulations. By adding 2% lime, the plasticity index decreased to 12.2% and the CBR increased to 30.96%. With 5% lime, the plasticity index dropped 5.6% and the CBR rose to 40.24%, exceeding the minimum required value of 40%. It can be concluded that the addition of 5% lime significantly improved the physical and mechanical properties of the granular material, especially the plasticity index and CBR.

*Keywords:* CBR, compaction, plasticity, liquid limit, granular soils

## INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial no pavimentada al año 2023 alcanza el 81% de la red vial del Sistema Nacional de Carreteras del Perú y en el departamento de Cajamarca es alrededor de 88.3%, según información del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2024). Según, Rincón & Sánchez (2019) este tipo de vías compuestas principalmente por afirmado granular, presentan limitaciones para soportar el tránsito vehicular, especialmente en temporadas de lluvia, cuando el material pierde cohesión y capacidad portante, provocando deterioros como pérdida de grava, ondulaciones y ahuellamientos, que se agravan por la falta de mantenimiento, reduciendo la durabilidad y calidad del servicio vial.

Asimismo, Cieza & Rodrigo (2024) indican que el deterioro de las carreteras se debe principalmente al tránsito vehicular, las condiciones climáticas, el mal drenaje, el uso de materiales de baja calidad y deficiencias en el diseño y mantenimiento. Para afrontar esta problemática, se recomienda aplicar estrategias integrales que incluyan un buen diseño, materiales adecuados, sistemas de drenaje eficientes, técnicas constructivas apropiadas y programas de mantenimiento preventivo y continuo.

En la provincia de Chota, la mayoría de vías de comunicación son trochas carrozables que por su naturaleza tienen una superficie de rodadura no pavimentada que se deterioran con rapidez debido al uso de materiales de afirmado de baja calidad, que no cumplen con los requisitos físico-mecánicos exigidos por la normativa vigente. Esta situación, agravada por el tránsito y las condiciones climáticas, genera constantes restricciones en la conectividad rural, incrementa los costos de mantenimiento y afecta directamente la economía local (Cieza & Rodrigo, 2024).

Ante esta problemática, la estabilización del afirmado se plantea como una alternativa técnica eficaz para mejorar el comportamiento y la resistencia del material, sin embargo, la efectividad y durabilidad del tratamiento dependen directamente un buen proceso constructivo y de la calidad del material estabilizado (Rincón & Sánchez, 2019). Entre las técnicas disponibles, el uso de cal ha demostrado ser una solución eficiente, accesible y de bajo costo para suelos con alta plasticidad y baja capacidad portante, como los presentes en Chota.

Diversos estudios han demostrado que la estabilización del suelo con cal reduce significativamente el índice de plasticidad, disminuye la humedad óptima y mejora el

CBR, al incrementar la resistencia al corte bajo condiciones controladas de compactación; además, la estabilización con cal resulta ser una alternativa más económica y eficiente frente a otros métodos convencionales (García, 2023). Asimismo, Aguilar (2021) indica que la cal puede ser una opción viable para la estabilización temporal de carreteras, donde ofrece un equilibrio aceptable entre economía y durabilidad.

Según (Ticlla, 2021), el banco de material más extenso del distrito de Chota es la cantera "La Chuica", con un área superior a los 6,000 m<sup>2</sup> y un volumen explotable mayor a 100,000 m<sup>3</sup>, cuyo material presenta una abrasión inferior al 50%, cumpliendo con lo establecido por la normativa técnica; sin embargo, parámetros como el límite líquido, el índice de plasticidad y el California Bearing Ratio (CBR) se encuentran fuera del rango exigido, aunque pueden ser mejorados mediante la incorporación de aditivos químicos.

En este contexto, el estudio tiene como objetivo determinar las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado con adición de cal en 2% y 5% para su aplicación en la construcción y mantenimiento de superficies de rodadura en la provincia de Chota.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

El estudio se realizó en la cantera "La Chuica", ubicada en el centro poblado de Rojaspampa, distrito y provincia de Chota, región Cajamarca, Perú. Geográficamente, se localiza en la zona UTM 17S con coordenadas 764198.2590 E y 9275106.0670 N, a una altitud aproximada de 2,844.03 msnm. El clima

local presenta temperaturas máximas anuales que oscilan entre 13.8 °C y 21 °C, mientras que las mínimas varían entre 7.8 °C y 11.6 °C. La precipitación anual proyectada es de aproximadamente 1,160.8 mm, concentrada principalmente entre noviembre y abril (Cieza & Miranda, 2024).

El tipo de suelo dominante corresponde a suelos franco-arcilloso con presencia de limos y material granular fino, característicos de áreas con procesos de meteorización moderada. Según, la clasificación del MTC (2014) estos suelos presentan índices de plasticidad y CBR deficientes para ser usados directamente como afirmado en superficies de rodadura, por lo cual requieren estabilización para cumplir los parámetros técnicos normativos.

### Diseño estadístico

El estudio fue de tipo experimental, descriptivo y correlacional, cuyo propósito es analizar cómo una variable independiente (cal) influye sobre una variable dependiente (propiedades físico mecánicas del afirmado), mediante la manipulación controlada de la primera y la eliminación de factores externos que puedan interferir en la relación causal (Vizcaíno et al., 2023, p. 8).

El material de afirmado fue procedente de la cantera "La Chuica", la cual presenta una extensión de 9823.47 m<sup>2</sup> (0.9823 has) y volumen de explotación de 137532.78 m<sup>3</sup>, las muestras se colectaron siguiendo la metodología del Manual de Suelos, Geología y Geotecnia (MTC, 2014). En ese sentido, se colectaron cinco muestras distribuidas en distancias aproximadamente equidistantes, con un promedio de separación de 45 metros

entre cada punto de muestreo; en seguida, a las muestras se les aplicaron tres cantidades de cal en porcentaje i)0%, ii)2% y iii) 5% al material de afirmado.

### Colecta de datos

Preliminarmente se verificó el acceso a la cantera y se ejecutó una evaluación topográfica del área de estudio, se distribuyeron los puntos de muestreo y se extrajo material de acuerdo a lo establecido en la normativa MTC E 101 – Muestreo de suelos y rocas, para posteriormente seguir con la etapa de evaluación en laboratorio y gabinete.

En la etapa de laboratorio se determinó el contenido de humedad de acuerdo con la NTP 339.127:1998 (revisada el 2019) usando la muestra representativa de cada punto de muestreo, taras, estufa a temperatura de  $110 \pm 5$  °C y balanza con aproximación de 0.01g. Se realizó el ensayo de granulometría de acuerdo a la NTP 339.128:1999 (revisada el 2019) usando tamices (3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", N° 4, N° 10, N° 20, N° 40, N° 60, N° 140, N° 200), estufa a temperatura de  $110 \pm 5$  °C, balanza con aproximación de 0.01g y tamizador mecánico, así mismo, el análisis granulométrico se dividió en dos grupos: el retenido en el tamiz N°10 se realizó un tamizado en seco, mientras el material pasante se procederá a realizar análisis granulométrico por lavado.

Se realizó el ensayo de límites de consistencia de acuerdo a la NTP 339.129:1999 (revisada el 2019), se evaluó el límite líquido usando el equipo de Casagrande mecánico, provisto de una copa de bronce con una altura de caída de  $10 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ , taras, estufa a temperatura de  $110 \pm 5$  °C y balanza con aproximación de 0.01g, para el límite

plástico se usó una placa de vidrio pulido cuadrada de 30 cm de lado por 1 cm de espesor.

Se realizó el ensayo de abrasión Los Ángeles conforme a la NTP 400.019:2020. De acuerdo con las características del material, se aplicó el método B, determinando el desgaste del material mediante el uso de la Máquina de Los Ángeles, compuesta por un cilindro hueco de acero con diámetro interior de 711 mm y longitud interna de 508 mm, la rotación se efectuó a una velocidad de 30 rpm hasta completar 500 revoluciones; asimismo, se emplearon tamices de 1", 3/4", 1/2" y 3/8", estufa a temperatura de  $110 \pm 5$  °C y balanza con aproximación de 0.01g. Se realizó el ensayo de Proctor modificado de acuerdo la NTP 339.141:1999 (revisada el 2019), según las características de nuestro material se usó el método B, para ello se usó molde con diámetro de 4 pulgadas, material pasante del tamiz 3/8, se compacto en 5 capas aplicando 25 golpes por capa.

El ensayo CBR se ejecutó conforme a la NTP 339.145:1999 (revisada el 2019) usando una máquina de carga (prensa CBR), pistón de penetración, molde cilíndrico de 6 pulgadas, disco espaciador, diales de medición, la muestra con humedad óptima se compacta en tres moldes con 10, 25 y 56 golpes por capa, estos moldes son sumergidos en agua para medir con el dial la deformación a lo largo del tiempo, posteriormente se aplica una carga utilizando la prensa CBR registrando las lecturas de la curva presión – penetración.

Todos los ensayos se realizaron en los laboratorios de Mecánica de Suelos y Mecánica de Materiales de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, excepto el

ensayo CBR, que fue ejecutado en un laboratorio externo certificado (Geoconcret HyM Ingenieros), debido a limitaciones de equipamiento.

En la etapa de gabinete, se utilizaron formatos validados por especialistas en suelos y se procesó la información mediante los programas Excel y AutoCAD Civil 3D.

### **Análisis de datos**

El análisis de datos se realizó de forma secuencial para evaluar la influencia de la adición de cal al material de afirmado. Primero, se organizaron los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio (límite líquido, índice de plasticidad, densidad seca máxima, humedad óptima y CBR) en hojas de cálculo mediante Microsoft Excel, lo que permitió su procesamiento sistemático.

Posteriormente, se calculó el promedio de cada variable para los tres niveles de tratamiento (0%, 2% y 5% de cal), lo cual facilitó el análisis comparativo del comportamiento del material natural frente al modificado. Se realizó un análisis descriptivo con medidas de tendencia central y se elaboraron gráficos de regresión para visualizar el efecto de la cal sobre cada propiedad físico-mecánica del afirmado.

Finalmente, los datos usados para el análisis estadístico de varianza (ANOVA) se realizó utilizando el software Minitab 19, con el objetivo de aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ) si el valor-p era mayor que el nivel de

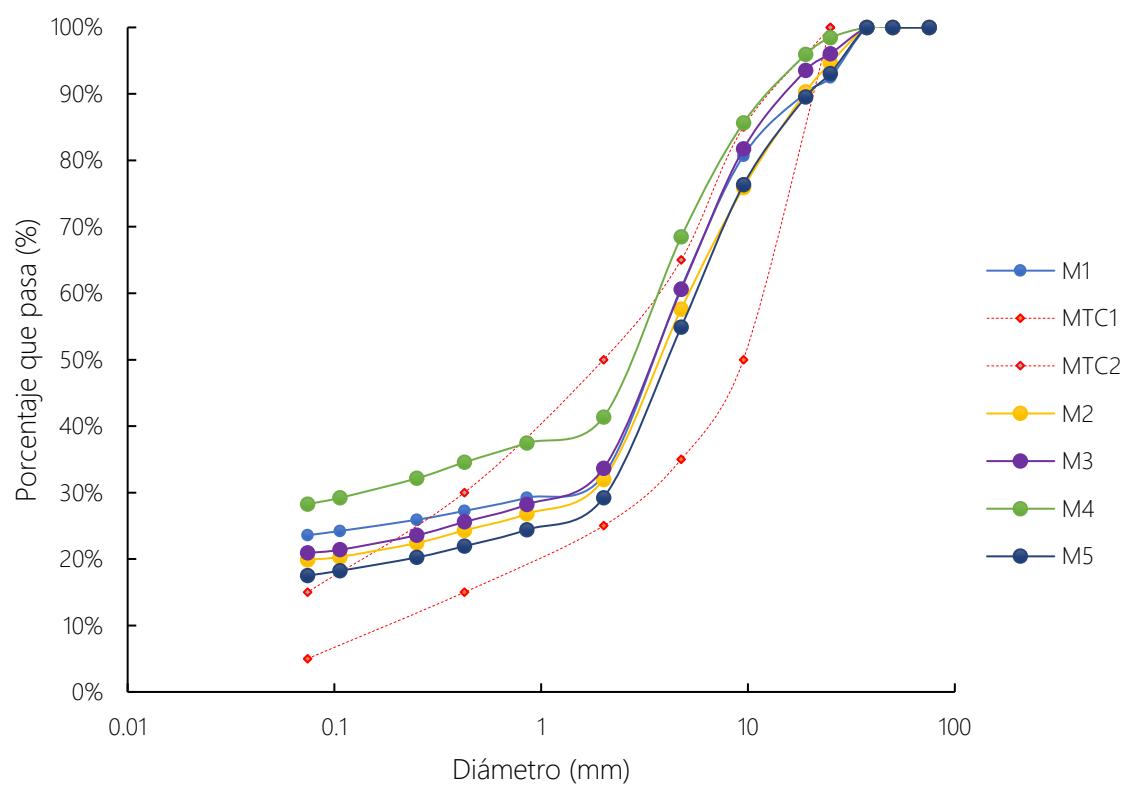
significancia (0.05), o rechazarla si el valor-p resultaba menor que dicho nivel.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La cantera "La Chuica" es clasificada como un depósito de suelos pluviales antiguos, contiene grava, arena y material fino, y está destinada al suministro de materiales para obras viales. Cuenta con un volumen aprovechable de 137,532.78 m<sup>3</sup>, un área de 9,823.47 m<sup>2</sup> y un perímetro de 471.55 m, lo que evidencia su potencial para proyectos de afirmado.

#### **Propiedades físico – mecánicas de las muestras patrón**

Al analizar las propiedades físico mecánicas del material de afirmado se obtuvo que cumple parcialmente con los requisitos establecidos por el MTC, el análisis granulométrico de las cinco muestras se ajustó de manera limitada a las especificaciones de la gradación Tipo C, como se detalla en la Figura 1, evidenciándose una elevada proporción de finos, dando un indicio de la necesidad de un tratamiento con cal para mejorar su comportamiento mecánico, asimismo, las muestras M2, M3 y M5 evidencian una distribución granulométrica con mayor similitud con los rangos establecidos por el MTC. Al realizar la clasificación SUCS, las muestras se clasificaron como tipo SC y según la clasificación AASHTO como tipo A-2-6 y A-2-7 (Tabla 1), asimismo la resistencia al desgaste del material granular se verificó que son menores al 50% cumpliendo así con el parámetro establecido, como se muestra en la Tabla 2.



**Figura 1.** Curva granulométrica de las cinco muestras patrón del material de afirmado de la cantera la Chuica ubicada en Chota, Cajamarca.

**Tabla 1.** Clasificación de suelos mediante SUCS y AASHTO del material de afirmado de la cantera la Chuica en Chota, Cajamarca.

| Muestra              | M1        | M2        | M3        | M4        | M5        |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Clasificación SUCS   | SC        | SC        | SC        | SC        | SC        |
| Clasificación AASHTO | A-2-7 (0) | A-2-7 (0) | A-2-6 (0) | A-2-6 (0) | A-2-6 (0) |

**Tabla 2.** Pérdida por abrasión mediante ensayo en la maquina Los Ángeles del material de afirmado de la cantera la Chuica en Chota, Cajamarca.

| Muestra                  | M1    | M2    | M3    | M4    | M5    |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pérdida por abrasión (%) | 26.56 | 27.00 | 27.47 | 26.90 | 26.64 |

*Nota.* Según el MTC (2014), la pérdida por abrasión no debe superar el 50% para afirmados en capas de rodadura.

Entre las propiedades físico-mecánicas que indicaron que es necesario realizar estabilización con cal está el límite líquido, que en promedio se obtuvo el valor de

40.17%, el límite plástico en promedio es de 21.63%, el índice de plasticidad es de 18.50%, la densidad seca máxima en promedio es de 2.20 g/cm<sup>3</sup>, el contenido

de humedad óptimo en promedio fue de 6.91% y el índice de CBR fue de 25.74%. Estos datos Este comportamiento se debe a la alta proporción de finos presentes en el material, los cuales aumentan la plasticidad y disminuyen la resistencia al corte y la capacidad de soporte, especialmente bajo condiciones de humedad. Según Ticlla (2021), los suelos de la cantera “La Chuica” presentan una textura arcillosa con presencia significativa de limos, lo que explica los elevados valores en los límites de consistencia y un CBR deficiente. De igual manera, Cieza &

Rodrigo (2024) señalan que los afirmados con altos contenidos de finos, tienden a perder cohesión estructural rápidamente, generando deformaciones superficiales. En este sentido, el bajo CBR reflejado en las muestras patrón es consecuencia directa de un material con baja compacidad, plasticidad elevada y poca resistencia. Por tanto, estos resultados iniciales no solo confirman las condiciones reportadas de la cantera la Chuica, sino que también justifican la aplicación de técnicas de estabilización como la incorporación de cal para mejorar el comportamiento mecánico del afirmado.

**Tabla 3.** Propiedades físico-mecánicas de las muestras patrón del material de afirmado de la cantera la Chuica en Chota, Cajamarca.

| Muestra                     | M1    | M2    | M3    | M4    | M5    |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Límite líquido              | 40.73 | 41.11 | 40.05 | 38.73 | 40.23 |
| Límite plástico             | 22.78 | 20.83 | 21.62 | 22.21 | 20.7  |
| Índice de plasticidad       | 17.95 | 20.05 | 18.43 | 16.52 | 19.53 |
| Densidad seca máxima        | 2.196 | 2.198 | 2.196 | 2.195 | 2.195 |
| Contenido de humedad óptimo | 7.44  | 6.27  | 6.57  | 7.59  | 6.7   |
| CBR (100%)                  | 25.8  | 26    | 25.8  | 26    | 25.1  |

**Propiedades físico – mecánicas de las muestras adicionando 2% de cal**

La adición de cal al 2% al material de afirmado generó una ligera mejora en sus propiedades físico-mecánicas. El límite líquido presentó una leve reducción a 36.56%, entre tanto, el límite plástico aumentó a 24.52%, lo que ocasionó una disminución del índice de plasticidad a

12.08 %. Asimismo, la densidad seca máxima alcanzó un promedio de 2.21g/cm<sup>3</sup>, y el contenido de humedad óptimo se redujo a 6.82 %. En cuanto al valor de CBR al 100% de su densidad seca máxima, se observó un incremento significativo, alcanzando un promedio de 30.96 % (Tabla 4)

**Tabla 4.** Propiedades físico-mecánicas de del material de afirmado de la cantera la Chuica con la adición de 2% de cal.

| Muestra                     | M1    | M2    | M3    | M4    | M5    |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Límite líquido              | 36.94 | 37.13 | 36.29 | 36.86 | 35.57 |
| Límite plástico             | 25.2  | 23.97 | 24.36 | 24.1  | 24.98 |
| Índice plástico             | 11.74 | 13.36 | 11.93 | 12.76 | 10.59 |
| Densidad seca máxima        | 2.209 | 2.208 | 2.206 | 2.204 | 2.206 |
| Contenido de humedad óptimo | 6.85  | 7.19  | 6.28  | 7.26  | 6.5   |
| CBR (100%)                  | 31    | 30.7  | 31.4  | 30.5  | 31.2  |

#### Propiedades físico – mecánicas de las muestras adicionando 5% de cal

La adición de cal en un 5% al material de afirmado generó mejores resultados en sus propiedades físico-mecánicas. El límite líquido presentó una leve reducción, con un valor promedio de 33.86 %, mientras que el límite plástico se incrementó a 28.21 %, lo que ocasionó una disminución

del índice de plasticidad a 5.65 %. Asimismo, la densidad seca máxima alcanzó un promedio de 2.21g/cm<sup>3</sup>, y el contenido de humedad óptimo se redujo a 6.72 %. En cuanto al valor de CBR al 100% de su densidad seca máxima, se observó un incremento significativo, alcanzando un promedio de 40.24 % (Tabla 5)

**Tabla 5.** Propiedades físico-mecánicas de del material de afirmado de la cantera la Chuica con la adición de 5% de cal.

| Muestra                     | M1    | M2    | M3    | M4    | M5    |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Límite líquido              | 32.77 | 34.79 | 32.91 | 34.81 | 34.01 |
| Límite plástico             | 27.3  | 28.01 | 27.46 | 28.92 | 29.35 |
| Índice de plasticidad       | 5.47  | 6.78  | 5.45  | 5.89  | 4.66  |
| Densidad seca máxima        | 2.211 | 2.211 | 2.216 | 2.211 | 2.213 |
| Contenido de humedad óptimo | 6.48  | 6.28  | 6.93  | 6.85  | 7.05  |
| CBR (100%)                  | 40.9  | 40.2  | 40.1  | 40    | 40    |

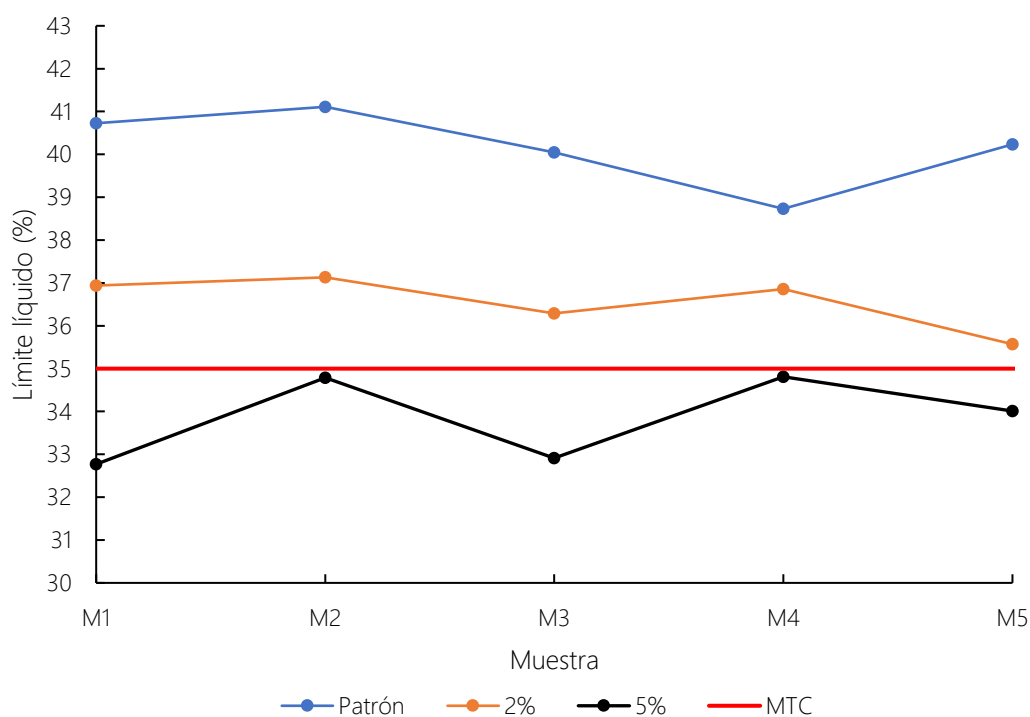
#### Variación de las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado al adicionar cal en 2% y 5%

El análisis comparativo de las muestras

tratadas con 2% y 5% de cal evidenció mejoras significativas en las propiedades físico-mecánicas del material de afirmado. En cuanto al límite líquido, la adición cal

indica una pérdida de cohesión y una menor sensibilidad a la humedad, facilitando la compactación del suelo y reduciendo el riesgo de deformaciones. En la investigación la adición de 2% de cal redujo parcialmente los valores, sin embargo, no cumple con todo lo especificado en la normativa del MTC (2014); no obstante, con el 5% de cal todas

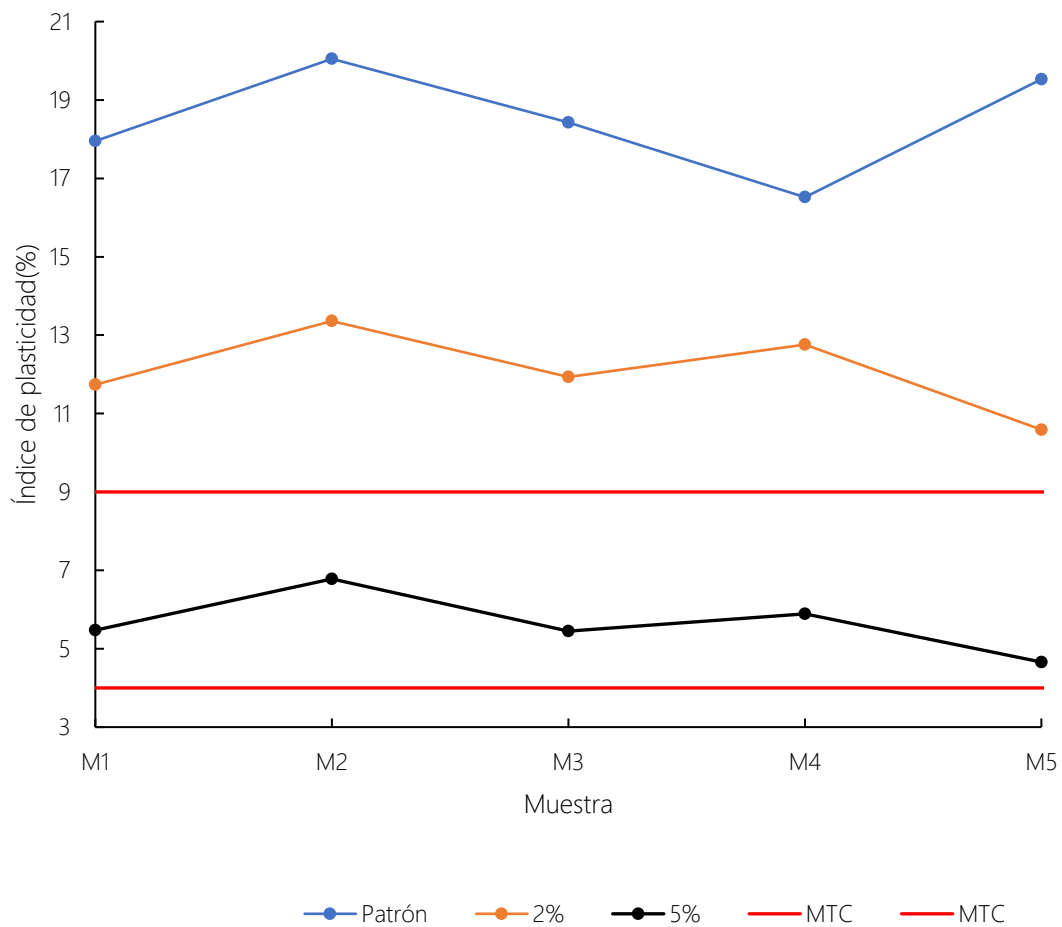
las muestras se ubicaron por debajo del umbral del 35%, cumpliendo con el requerimiento técnico del MTC (Figura 2); estos resultados coinciden con lo reportado por García (2023), quien también encontró que la adición del 5% de cal hidratada genera mejoras sustanciales en la plasticidad y clasificación del suelo.



**Figura 2.** Límite líquido de las cinco muestras de material de afirmado de la cantera la Chuica con la adición de 2% y 5% de cal.

Respecto al índice de plasticidad, los resultados muestran un comportamiento similar determinando mejora de la estabilidad del material al adicionar cal. Con 2% de cal, los valores disminuyeron, pero solo con el 5% todas las muestras se ajustaron al rango normativo de 4% a 9%, lo que refleja una mejora significativa en la plasticidad del material (Figura 3); esto

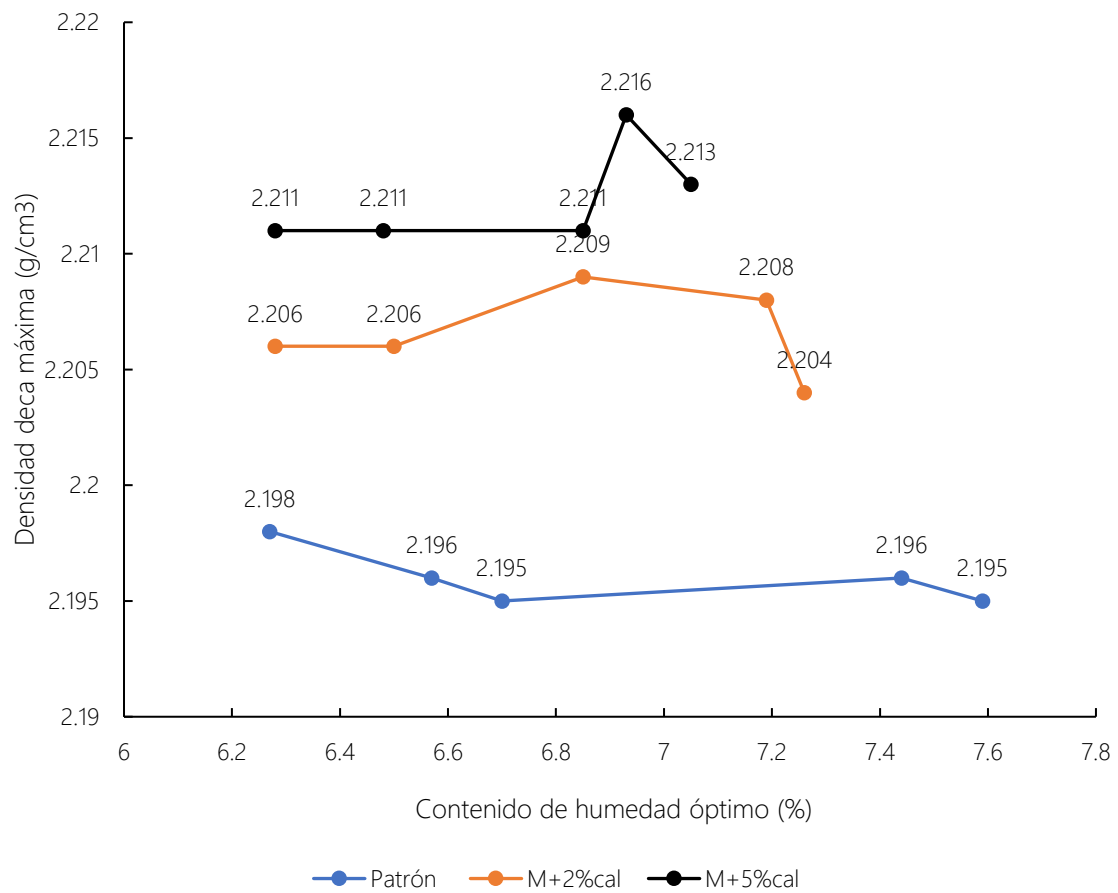
concuera con lo indicado por Rincón & Sánchez (2019) mostraron una disminución considerable del índice de plasticidad con la adición de cal, logrando incluso que en algunos casos no se pudieran determinar los límites de Atterberg debido a la pérdida total de plasticidad, lo que valida el efecto estabilizador del material.



**Figura 3.** Índice de plasticidad en las muestras de material de afirmado de la cantera la Chuica con la adición de 2% y 5% de cal.

En términos de compactación, se observó un incremento gradual en la densidad seca máxima al aumentar el porcentaje de cal, pasando de un promedio de  $2.196 \text{ g/cm}^3$  (muestra patrón) a  $2.207 \text{ g/cm}^3$  (2% de cal) y a  $2.212 \text{ g/cm}^3$  (5% de cal). Paralelamente, el contenido de humedad óptimo disminuyó levemente con la estabilización, mejorando la capacidad del suelo para alcanzar una mejor compactación con menor humedad. Este comportamiento indica que el material tratado con cal requiere menor cantidad

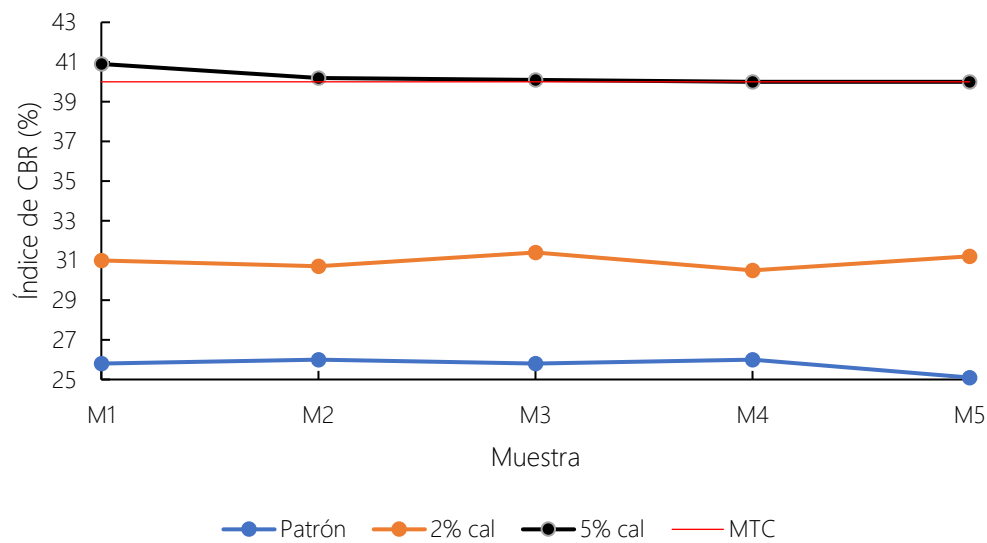
de agua para alcanzar su máxima densidad y presenta una mejor respuesta frente a la compactación mecánica. Esta mejora puede atribuirse al efecto aglomerante de la cal, que favorece una mejor distribución y acomodación de las partículas del suelo. Barrantes (2019) también identificó incrementos en la compactación mediante estabilización con cal, lo que refuerza la validez técnica de los resultados obtenidos en esta investigación.



**Figura 4.** Nivel de compactación del material de afirmado de la cantera la Chuica con la adición de 2% y 5% de cal.

Finalmente, el índice de CBR mostró un incremento progresivo con la adición de cal. Con 2%, los valores mejoraron respecto a la muestra patrón, sin embargo, no alcanzaron el mínimo de 40% exigido por la normativa. En cambio, con 5% de cal, todas las muestras superaron dicho umbral, validando la eficacia del tratamiento en cuanto a la capacidad portante del material. Estas mejoras se atribuyen a la formación de compuestos cementantes producto de la reacción entre la cal y los minerales del

suelo, lo cual contribuye a una matriz más densa y rígida, en consecuencia, el suelo tratado presenta una mayor resistencia frente a las cargas aplicadas. Este resultado coincide con lo reportado por Aguilar (2021), Rincón & Sánchez (2019) y Flores (2021), quienes también evidenció incrementos significativos del CBR al aplicar proporciones similares de cal, demostrando que este aditivo es eficaz para mejorar la capacidad portante del afirmado.



**Figura 5.** Índice de CBR en las muestras de afirmado de la cantera la Chuica con la adición de 2% y 5% de cal.

En conjunto, los resultados evidencian que el tratamiento con 5% de cal es el más efectivo, ya que permite que todas las propiedades evaluadas cumplan con los parámetros establecidos por el MTC (2014). Este porcentaje de cal mejora significativamente el comportamiento del material, haciéndolo más estable, menos plástico, más resistente y durable, lo que respalda su aplicación en proyectos de infraestructura donde se requieran determinados parámetros de calidad. Por tanto, se consolida como la dosis óptima de estabilización para el material de afirmado de la cantera 'La Chuica'.

#### Propuesta de mejora y variación de costos

Se propone mejorar el material de afirmado con la adición de un 5% de cal, con el objetivo de cumplir los parámetros establecidos por el MTC (2014). Esta mejora debe realizarse directamente en la cantera, mediante zarandeo y mezclado inmediato, optimizando el transporte y la ejecución en obra. El afirmado natural no cumple con los valores normativos de

límite líquido, plasticidad y CBR; sin embargo, al incorporar cal, se logra un material adecuado para superficies de rodadura.

El costo adicional por el mejoramiento es de S/ 34.77 por  $m^3$ , considerando que la cal actualmente cuesta S/ 340 por tonelada. Esta inversión es justificable, ya que el afirmado tratado cumple con la normativa, mejora el desempeño vial, reduce la frecuencia de mantenimiento y extiende la vida útil del camino, especialmente frente a condiciones climáticas adversas.

Los resultados obtenidos concuerdan con diversos estudios previos que respaldan el uso de cal como estabilizante en suelos con propiedades físico-mecánicas deficientes. Carpio (2020) identificó suelos naturales con alta plasticidad similares a los de la cantera "La Chuica", en tanto, Rincón & Sánchez (2019) y Aguilar (2021) también documentaron la necesidad de estabilización en afirmados con comportamientos inadecuados. García

(2023) demostró que la adición de 5% de cal mejora significativamente el límite líquido, el índice de plasticidad y la clasificación AASHTO, resultados que coinciden con los obtenidos en este estudio. En la misma línea, Rincón & Sánchez (2019) reportaron una disminución extrema en la plasticidad con adiciones de cal, y Aguilar (2021) señaló incrementos significativos en el CBR con proporciones superiores al 5%. Además, Barrantes (2019) destacó mejoras en la compactación mediante estabilización con cal y cemento. Flores (2021) validó que la cal combinada con materiales naturales mejora la resistencia y reduce la plasticidad. Chiclayo (2022) observó mejoras mecánicas incluso con dosis bajas (3%). Estas investigaciones refuerzan la evidencia de que la cal, en proporciones óptimas, es un agente eficaz para estabilizar suelos granulares como los presentes en la cantera "La Chuica".

## CONCLUSIONES

El material natural de la cantera La Chuica presenta características que requieren estabilización, ya que su clasificación geotécnica y comportamiento inicial no cumplen con los estándares técnicos exigidos para su uso como afirmado.

La incorporación de cal al 5% mejora significativamente la calidad del material, permitiendo cumplir con los parámetros normativos establecidos para suelos utilizados en vías no pavimentadas, lo que valida su aplicación técnica.

## Agradecimientos

Se agradece el valioso apoyo del personal técnico del Laboratorio de Mecánica de Suelos y del Laboratorio de Mecánica de

Materiales de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, quienes colaboraron en la ejecución de los ensayos físicos y mecánicos del material de afirmado. Asimismo, se reconoce la disposición del equipo de campo de la cantera "La Chuica" por facilitar el acceso al material y el acompañamiento durante la recolección de muestras.

## Financiamiento

Los autores no recibieron financiamiento o patrocinio para ejecutar el trabajo de investigación.

## Conflicto de intereses

No existe ningún tipo de interés con los contenidos del artículo científico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, N. (2021). Utilización de afirmado y cal para el mejoramiento de la superficie de rodadura, carretera vecinal San Andrés—Sapotepampa, Bellavista 2021 [Título profesional, Universidad César Vallejos]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67713>
- Barrantes, A. (2019). Relación entre el porcentaje de compactación con el método de estabilización mixta—Cal y cemento—Y el porcentaje de compactación del método convencional con afirmado, en la capa base de la carretera vecinal HU 908 – HU 912 del km 4+000 al km 5+700 del centro poblado Tunapuco, Panao, Huánuco 2018 [Título profesional, Universidad de Huánuco]. <http://distancia.udh.edu.pe/handle/123456789/2062?show=full>

- Carpio, H. (2020). Mejoramiento de las propiedades del afirmado de la cantera Tres Piedras adicionando cenizas de bagazo de caña de azúcar y cal hidratada para fines de pavimentación [Título profesional, Universidad San Pedro]. <https://repositorio.usanpedro.edu.pe/items/f32f3240-91ef-4262-86c9-fc3b611c58d5>
- Chiclayo, C. (2022). Influencia de la incorporación de cal en 3%, 6% y residuos de PVC en 2%, 4% en las propiedades del material de cantera para subbase de pavimentos, Cajamarca, 2022 [Título profesional, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/34970>
- Cieza, D., & Miranda, C. A. (2024). Eficiencia del uso de atrapanieblas en el abastecimiento de agua para centro poblado La Palma en Chota-Cajamarca. REVISTA NOR@NDINA, 7(2), 276-285. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2024v7n2p276>
- Cieza, E., & Rodrigo, G. (2024). Factores que influyen en el deterioro de carreteras sin pavimentar: Una revisión. REVISTA NOR@NDINA, 7(2), 262-275. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2024v7n2p262>
- Flores, S. (2021). Efecto de la cal hidratada y ceniza de hojas ìchu-penca en la resistencia y plasticidad del afirmado carretera Huamachuco-El Capulí [Título profesional, Universidad César Vallejos]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79582>
- García, E. (2023). Influencia de la adición de cal hidratada sobre la plasticidad, densidad máxima y valor de relación de soporte de california (CBR) en la carretera Mostazas-Chocán, provincia de Ayabaca-Piura-2022 [Título profesional, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/11125>
- MTC. (2014). Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Servicios Gráficos Squadrito EIRL.
- MTC. (2024). Anuario Estadístico 2023. Estadísticas del MTC. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6778343/5871728-anuario-estadistico-2023.pdf?v=1726086637>
- Rincón, R., & Sánchez, A. (2019). Determinación de las propiedades mecánicas de material proveniente de zonas de extracción en el municipio de Ocaña, para su uso en vías en afirmado, estabilizado con cal hidratada [Título profesional, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña]. <https://repositorioinstitucional.ufps.edu.co/xmlui/handle/20.500.14167/599>
- Ticlla, T. (2021). Evaluación de las Características Geotécnicas del Suelo de las Principales Canteras para Afirmado de Carreteras del Distrito de Chota [Título profesional, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/162>

Vizcaíno, P. I., Cedeño, R. J., & Maldonado, I. A. (2023). Metodología de la investigación científica: Guía práctica. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(4), 9723-9762.  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i4.7658](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658)

#### **Contribución de autoría**

José Jeiner Muñoz Núñez: Concepción y elaboración del manuscrito.

Luis Miguel Bustamante Silva: Concepción y elaboración del manuscrito.

Cristhian Saul López Villanueva: Análisis de datos.

Recibido: 26-06-2025 Aceptado: 7-08-2025 Publicado:8-08-2025

## Importancia de la contabilidad en los proyectos productivos de Cabildo Indígena Nutabe en Colombia

The importance of accounting in the productive projects of the Nutabe Indigenous Council in Colombia

Sandra Yaneth Cañas Vallejo <sup>1\*</sup>  Diana Marcela Betancur Betancur <sup>2</sup>  Natalia Madrid Zabaleta <sup>2</sup>   
Edison Oswaldo Carmona Cardona <sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Docente Investigadora y Líder Semillero de Investigación SAFICOS. Corporación Universitaria Minuto de Dios, Programa de Contaduría Pública, cra. 45 nro. 22D – 25, Bello, Antioquia, Colombia.

<sup>2</sup>Estudiantes de semillero SAFICOS. Corporación Universitaria Minuto de Dios, Programa de Contaduría Pública, cra. 45 nro. 22D – 25, Bello, Antioquia, Colombia.

\*Autor de correspondencia: [Email: sandra.canas@uniminuto.edu]

### RESUMEN

El Cabildo Indígena Nutabe de Orobajo enfrenta dificultades en la gestión contable debido a la ausencia de sistemas contables adaptados a su cultura y estructura organizativa. El objetivo de este estudio es analizar un modelo contable intercultural y adaptativo puede fortalecer la autonomía, la transparencia y la cohesión social en esta comunidad, así como la importancia de los procesos contables dentro del cabildo indígena Nutabe de Orobajo. Se aplica un enfoque cualitativo, utilizando la revisión documental y el ciclo PHVA, para explorar las prácticas contables informales y empíricas existentes, así como la disposición de la comunidad hacia la capacitación en herramientas básicas de control financiero.

Los resultados muestran que la contabilidad popular, integrada con principios ancestrales y de solidaridad, mejora la gestión financiera y actúa como herramienta de resistencia cultural. Se identifica que estructuras organizativas flexibles y participativas facilitan la sostenibilidad de los proyectos comunitarios. Asimismo, la adaptación de modelos contables exitosos de otras comunidades, mediante un enfoque participativo, permite articular conocimientos ancestrales con exigencias técnicas contemporáneas, promoviendo la transparencia y la sostenibilidad.

*Palabras clave:* Estructura Organizativa, Gestión Cultural, Contabilidad, Proyecto de desarrollo, Participación Comunitaria.

### ABSTRACT

The Nutabe Indigenous Council of Orobajo faces difficulties in accounting management due to the lack of accounting systems adapted to its culture and organizational structure. The objective

of this study is to analyze an intercultural and adaptive accounting model can strengthen autonomy, transparency, and social cohesion in this community. A qualitative approach is applied, utilizing document review and the PDCA cycle, to explore existing informal and empirical accounting practices, as well as the community's willingness to receive training in basic financial control tools.

The results show that grassroots accounting, integrated with ancestral and solidarity principles, improves financial management and acts as a tool for cultural resilience. Flexible and participatory organizational structures are identified as facilitating the sustainability of community projects. Furthermore, the adaptation of successful accounting models from other communities, through a participatory approach, allows for the articulation of ancestral knowledge with contemporary technical demands, promoting transparency and sustainability.

*Keywords:* Organizational Structure, Cultural Management, Accounting, Development Project, Community Participation.

## INTRODUCCION

En el contexto latinoamericano, los pueblos indígenas han enfrentado desafíos históricos y estructurales que ponen en riesgo su autonomía, territorio y cultura. En Colombia, comunidades como el Cabildo Indígena Nutabe de Orobajo ha sido víctimas del conflicto armado, el desplazamiento forzado y la imposición de modelos económicos ajenos a su cosmovisión. Frente a esta realidad, cobra gran importancia la construcción de herramientas propias que les permitan gestionar sus procesos sociales, económicos y organizativos desde sus principios culturales y territoriales (López y Muñoz, 2021). Estos procesos no pueden reducirse a la adopción de modelos externos, sino que deben surgir desde dentro de las comunidades, respetando su historia, lengua, espiritualidad y forma de vida.

Uno de los campos más importantes para esta autonomía es la contabilidad, esta es tradicionalmente concebida como una

técnica neutral y universal, la contabilidad ha servido más como instrumento de control que de autonomía para los pueblos originarios. En su forma convencional, responde a lógicas extractivistas y capitalistas que priorizan la acumulación de capital y la eficiencia financiera por encima del bienestar colectivo. Sin embargo, en las últimas décadas ha surgido el concepto de contabilidad popular como una práctica transformadora. Esta forma de contabilidad no se limita a registrar transacciones económicas, sino que se convierte en una herramienta para fortalecer la identidad, la transparencia comunitaria y el empoderamiento colectivo. Así, los registros contables se transforman en narrativas de resistencia, donde se plasman valores, memorias y formas propias de entender la economía (Maca et al., 2022; García y Pérez, 2023).

En ese sentido, la contabilidad popular y la contabilidad comunitaria se articulan como pilares fundamentales para la construcción de economías alternativas basadas en la

solidaridad, la cooperación y la sostenibilidad (González, 2020; Salinas y Rodríguez, 2021; Rodríguez y Vega, 2020). Estas propuestas cuestionan el enfoque tradicional que prioriza la maximización del capital individual, y plantean, en cambio, sistemas contables centrados en el bienestar colectivo, la redistribución justa de los recursos y la inclusión de saberes ancestrales de las comunidades indígenas (Ramírez y Torres, 2022). La contabilidad, desde esta perspectiva, ya no es un fin en sí mismo, sino un medio para alcanzar una vida digna y en armonía con la naturaleza. Para que estos sistemas sean eficientes, deben estar acompañados de estructuras organizacionales coherentes con los valores de las comunidades indígenas. En contextos de alta conflictividad como el de Orobajo, las organizaciones deben ser resilientes, horizontales y adaptativas (Camargo y Silva, 2020; López y Muñoz, 2021). La rigidez estructural puede poner en peligro la sostenibilidad de los procesos comunitarios. Por eso, las configuraciones organizativas basadas en la participación, la confianza mutua y la redistribución del poder son esenciales para fortalecer la cohesión social (González y Cárdenas, 2019; Moreno y Suárez, 2020). Solo así es posible construir una gobernanza territorial legítima, reconocida por los miembros de la comunidad e incluso por actores externos. Asimismo, una contabilidad con enfoque intercultural y educativo que valore los sistemas de conocimiento propios evita que este método sea percibido como un mecanismo de imposición contra la comunidad. Tal como lo indican Ahumada y Gómez (2020), se requiere un diálogo de

saberes para consolidar prácticas contables que fortalezcan la identidad y no la dividan. Esto es especialmente relevante para las juventudes indígenas, quienes deben ser formadas en procesos contables que reconozcan su historia, espiritualidad y su entorno (Cárdenas y León, 2023). La formación contable, por tanto, no debe ser acrítica, sino profundamente contextualizada y liberadora.

En el caso del Cabildo Nutabe de Orobajo, estas reflexiones no solo son teóricas, sino prácticas. La comunidad ha iniciado procesos productivos y organizativos que demandan un modelo contable que se alinee con su visión del mundo y que fortalezca su capacidad de autogestión. Hasta la fecha, las experiencias muestran que, sin una contabilidad propia, los proyectos comunitarios son vulnerables a la fragmentación interna y a la pérdida de legitimidad ante sus propios miembros y ante actores externos (Ávila y Mendoza, 2021). La creación de sistemas contables propios, en este sentido, no es un lujo académico, sino una necesidad política, cultural y organizativa urgente. En ese contexto, el objetivo en este estudio fue analizar un modelo contable intercultural y adaptativo puede fortalecer la autonomía, la transparencia y la cohesión social en esta comunidad, así como la importancia de los procesos contables dentro del cabildo indígena Nutabe de Orobajo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Lugar de estudio**

El presente estudio se desarrolló en el territorio del Cabildo Indígena Nutabe de Orobajo, ubicado en el Municipio de

Ituango, bajo Cauca Antioqueño, Colombia. Las coordenadas geográficas del territorio son aproximadamente 7°10'16" de latitud norte y 75°45'49" de longitud oeste, 1.550 metros sobre el nivel del mar y con una temperatura promedio de 21°. Además, según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el territorio presenta una temperatura media anual de 20,3°C y una precipitación anual promedio de 1807 mm.

### **Tipo y nivel de investigación**

La investigación adoptó un enfoque cualitativo, de nivel exploratorio y descriptivo. Se fundamentó en la metodología PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), lo que permitió analizar y comprender en profundidad las prácticas contables y organizativas del Cabildo Indígena Nutabe de Orobajo. El estudio no fue experimental, sino que se centró en el análisis documental y la revisión sistemática de literatura científica reciente, así como en la interpretación de saberes comunitarios expresados en documentos internos y testimonios de miembros del cabildo. Este enfoque permitió identificar áreas de mejora y proponer soluciones adaptadas a la realidad cultural y organizativa de la comunidad.

### **Población y muestra**

Considerando el enfoque cualitativo de la investigación, se optó por un muestreo intencionado o por criterio, también denominado muestreo deliberado. Esta técnica resulta especialmente adecuada para estudios donde se requiere seleccionar personas clave que posean un conocimiento profundo y experiencia directa sobre el fenómeno en análisis. En este caso, la muestra está conformada por

dos integrantes fundamentales dentro de la estructura organizativa del Cabildo Indígena Nutabe de Orobajo: la contadora y la administradora o coordinadora de los proyectos productivos. La contadora desempeña un papel central en la gestión financiera, siendo responsable del registro, control y documentación de todas las transacciones económicas del cabildo, lo que le otorga una visión integral sobre los flujos de recursos y la manera en que se llevan a cabo los procesos contables. Por su parte, la administradora o coordinadora de proyectos productivos es la encargada de planificar, ejecutar y supervisar las diversas iniciativas económicas de la comunidad, lo que implica un conocimiento detallado tanto de la organización interna como de las dinámicas productivas y comerciales.

La selección de estas dos personas no es aleatoria, responde a la necesidad de acceder a información relevante y específica sobre la gestión económica y contable del cabildo. Ambas ocupan posiciones estratégicas que les permiten aportar perspectivas fundamentales para comprender los retos, oportunidades y particularidades de la administración financiera en un contexto indígena. Además, su participación resulta clave para el diseño de estructuras contables que sean culturalmente pertinentes, ya que pueden identificar tanto las limitaciones actuales como las potencialidades de mejora, asegurando que las propuestas metodológicas se ajusten a la realidad y necesidades de la comunidad. De este modo, el muestreo intencionado garantiza la profundidad y la riqueza de la información recolectada, contribuyendo

significativamente al logro de los objetivos de la investigación.

### **Muestreo**

Para el desarrollo de esta investigación se empleó un muestreo intencionado o por criterio, propio de los estudios cualitativos, que permite seleccionar de manera deliberada a los participantes que poseen el conocimiento y la experiencia más relevante sobre el fenómeno en estudio. Esta estrategia se justifica por la necesidad de acceder a información profunda y específica sobre los procesos contables y organizativos del Cabildo Indígena Nutabe de Orobajo, en el marco de la gestión de proyectos productivos sostenibles.

### **Colecta de datos**

La colecta de datos se realizó mediante fichas de análisis documental, construidas a partir de los siguientes ejes: definición conceptual, enfoque metodológico, principales hallazgos y aplicabilidad comunitaria. Las fuentes revisadas fueron sistematizadas manualmente utilizando matrices de Word y Excel. Cada ficha fue organizada según año, autoría, palabra clave y tipo de contribución teórica o práctica. Además, se obtuvieron grabaciones de los grupos focales de las reuniones que se han desarrollado con el cabildo indígena Nutabe de Orobajo.

### **Análisis de datos**

El análisis de los datos se llevó a cabo mediante un proceso de codificación temática, utilizando el método de análisis de contenido cualitativo. Se establecieron categorías emergentes como: autonomía contable, resiliencia organizativa, interculturalidad, memoria financiera y participación comunitaria. No se aplicaron

pruebas estadísticas debido al carácter cualitativo de la investigación. El procesamiento final se realizó mediante revisión comparativa entre autores y conceptos, para identificar convergencias y propuestas replicables.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **1. Contabilidad popular como herramienta de autonomía**

Los documentos revisados evidenciaron que la contabilidad popular permitió a varias comunidades gestionar sus finanzas desde enfoques propios, reforzando su identidad cultural y fortaleciendo la transparencia interna. Según, Mejía et al. (2013), este enfoque transformó la contabilidad en una práctica de empoderamiento colectivo, adecuada a contextos de exclusión económica y social.

### **2. Contabilidad comunitaria y sostenibilidad**

Salinas y Rodríguez (2021) destacaron que la contabilidad comunitaria integró valores no solo financieros, sino también afectivos, ambientales y culturales. Se encontraron coincidencias en varias fuentes sobre el papel clave de esta contabilidad en el registro de la memoria histórica, los procesos de resistencia y los logros colectivos en las comunidades.

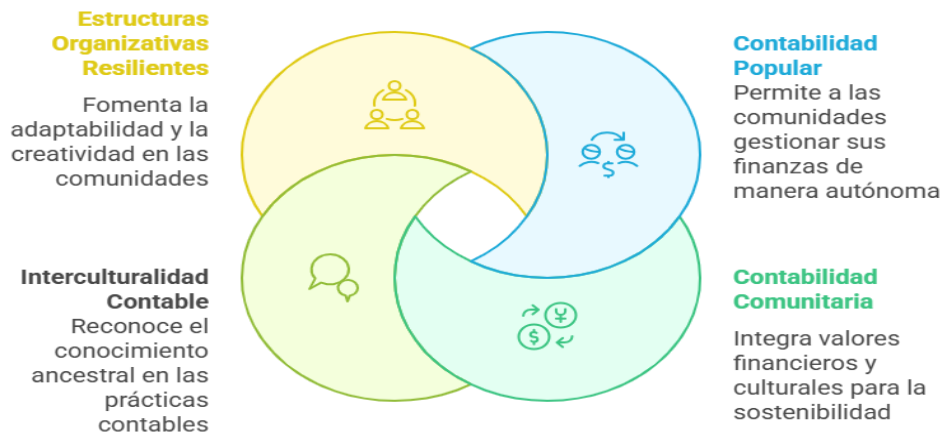
### **3. Interculturalidad contable**

Se identificaron múltiples llamados a reconocer los saberes ancestrales como parte legítima del conocimiento contable. Ahumada y Gómez (2020) propusieron una pedagogía contable intercultural que evitara la imposición de modelos externos, posicionando la contabilidad indígena como una práctica válida para la organización socioeconómica.

#### 4. Estructuras organizativas resilientes y horizontales

Las estructuras organizativas flexibles, participativas y adaptativas se mostraron como claves para la sostenibilidad de las comunidades. Pérez y Mendoza (2019) y

Torres y Gil (2020) coincidieron en que la resiliencia organizacional debía ir más allá de la supervivencia, incorporando la creatividad y la reformulación constante como estrategia de resistencia. (Figura 1 y Tabla 1).



**Figura 1.** Empoderamiento comunitario a través de la contabilidad.

**Tabla 1.** Categorías de análisis emergentes en la literatura consultada.

| Categoría temática                 | Descripción general                                      | Referencias clave                                   |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Autonomía contable                 | Gestión financiera propia desde la comunidad             | Mejía et al. (2013)                                 |
| Contabilidad viva                  | Registro de valores colectivos y sostenibilidad cultural | Salinas & Rodríguez (2021)                          |
| Interculturalidad contable         | Diálogo entre saberes ancestrales y contabilidad moderna | Ahumada & Gómez (2020)                              |
| Estructura organizativa adaptativa | Participación, flexibilidad, resiliencia                 | Pérez & Mendoza (2019); Camargo & Silva (2020)      |
| Transparencia y cohesión social    | Confianza interna y legitimidad en la toma de decisiones | González & Cárdenas (2019); Vargas & Bonilla (2018) |

Los resultados concuerdan con las propuestas de contabilidad crítica que han surgido en América Latina en los últimos años, las cuales interceden por una

transformación del papel técnico de la contabilidad hacia un instrumento de justicia y fortalecimiento comunitario (González, 2020). En el caso específico del

Cabildo Nutabe de Orobajo, este tipo de enfoque permite no solo registrar recursos, sino visibilizar la lucha por el territorio, la cultura y la autodeterminación.

Asimismo, la literatura mostró que las estructuras organizativas convencionales, basadas en jerarquías rígidas, han fracasado en contextos de alta conflictividad social. En cambio, las comunidades que adoptaron modelos horizontales, con participación colectiva de la comunidad y rotación del liderazgo, lograron una mayor sostenibilidad y cohesión (Castro y Peña, 2017; Camargo y Silva, 2020). Estas configuraciones promueven una gobernanza legítima y adaptativa que puede ser vital en el contexto del Cabildo Nutabe.

Se evidenció también que el diálogo de saberes, entre lo ancestral y lo académico, no debe ser superficial; por el contrario, se trata de una estrategia política y pedagógica fundamental para construir sistemas contables y organizativos que reflejen el proyecto de vida colectivo de los pueblos indígenas (Maca et al., 2022; Criollo et al., 2024).

Estos hallazgos se alinean con otras investigaciones realizadas en territorios con características similares, como en Leticia (Amazonas), donde Cano y David (2019) describieron sistemas productivos indígenas sostenibles incluso en suelos degradados, gracias a prácticas que integraban la contabilidad con la espiritualidad y el cuidado de la madre tierra.

## CONCLUSIONES

El reconocimiento de las prácticas contables propias del Cabildo Indígena Nutabe de Orobajo permite comprender la importancia de integrar saberes ancestrales en los procesos administrativos, fortaleciendo la identidad y la cohesión comunitaria.

El análisis de los procesos contables evidencia que la adaptación de modelos interculturales favorece la autonomía organizativa y la transparencia, facilitando la gestión eficiente de los proyectos productivos en contextos étnicos.

La determinación de procesos contables articulados a la operatividad del cabildo abre nuevas posibilidades para el desarrollo de herramientas flexibles y pertinentes, invitando a futuras investigaciones sobre la implementación de sistemas contables participativos en comunidades indígenas.

## Agradecimientos

Agradecemos profundamente al Cabildo Indígena Nutabe de Orobajo por su generosa apertura, confianza y disposición a compartir sus conocimientos, experiencias y procesos organizativos. Este trabajo no habría sido posible sin la participación de sus líderes, sabedores y miembros de base, quienes enriquecieron cada etapa del estudio. También extendemos nuestro agradecimiento a la Corporación Universitaria Minuto de Dios y al Semillero SAFICOS, por su respaldo académico y metodológico durante el desarrollo de esta investigación.

## Financiamiento

Esta investigación se articula a proyecto "Empoderamiento sostenible, promoviendo la prosperidad económica y el

fortalecimiento étnico en el cabildo indígena Orobajo del pueblo Nutabe, municipio de Ituango. Antioquia” Corporación Universitaria Minuto de Dios. Como resultado de proceso de prácticas en investigación.

### Conflicto De Intereses

No existe ningún conflicto de interés con los contenidos del artículo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahumada, F., & Gómez, C. (2020). Contabilidades otras: una propuesta educativa desde la interculturalidad. *Revista REDIPE*, 9(9), 45–60. <https://doi.org/10.36260/rev.redipe.2020.1890>
- Ávila, C., & Mendoza, R. (2021). Territorio, contabilidad y resistencia: análisis de experiencias indígenas en contextos extractivos. *Revista Huellas*, 33(3), 58–80. <https://doi.org/10.22395/huellas.v33n3.1185>
- Camargo, M., & Silva, D. (2020). Estructuras organizacionales y cambios sociales en América Latina. *Revista de Estudios Sociales*, 71, 120–135. <https://doi.org/10.7440/res71.2020.10>
- Cano, G. L. (2019). James Sanders. Republicanos indóciles. Política popular, raza y clase en Colombia, siglo XIX. Bogotá: Ediciones Plural, 2017, 316 pp. Trashumante. *Revista Americana de Historia Social*, (13), 155–158.
- Cárdenas, M. A., & León, J. (2023). Educación contable intercultural para comunidades rurales andinas. *Revista Educación y Pedagogía*, 35(94), 77–101. <https://doi.org/10.17533/udea.rep.n94a05>
- Castro, M., & Peña, J. (2017). Configuraciones organizativas en procesos comunitarios. *Revista CIFE*. <https://doi.org/10.15332/s0124-3551.2017.0015.08>
- Criollo, L., Pérez, M., & Torres, J. (2024). Descolonización, diálogo de saberes e investigación colaborativa: hacia modelos interculturales de desarrollo comunitario. *Revista Latinoamericana de Epistemologías del Sur*, 15(2), 45–68. <https://www.redalyc.org/journal/279/27971621004/>
- García García, M. A., & Pérez Pérez, R. (2023). Contabilidad popular y autonomía territorial en comunidades indígenas del Cauca. *Revista Contaduría Universidad de Antioquia*, 83(2), 22–45. <https://doi.org/10.17533/udea.rc.n83a351937>
- González, H., & Cárdenas, L. (2019). Estructura organizacional y cohesión social. *Revista de Ciencias Sociales*, 25(2), 45–62. <https://doi.org/10.31876/rcs.v25i2.4336>
- González Jaramillo, C. (2020). Contabilidad popular y economías alternativas. *Revista Luna Azul*, 52, 98–115. <https://doi.org/10.17151/luaz.2020.52.6>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (s.f.). Ituango, uno de los

- municipios de Antioquia donde renacerá la paz. Recuperado de: <https://antiguo.igac.gov.co/es/noticias/ituango-uno-de-los-municipios-de-antioquia-donde-renacera-la-paz>
- López, F., & Muñoz, K. (2021). Estructuras organizativas ancestrales y gobernanza en cabildos indígenas del sur de Colombia. *Revista Estudios Sociales*, 70(3), 34–59. <https://doi.org/10.7440/res70.2021.03>
- Maca M, M., Molano, E., & Gómez, R. (2022). Acercamiento a las prácticas contables propias: una mirada desde los saberes ancestrales. *Revista Ad Valorem*, 5(2), 189–206. <https://doi.org/10.32997/RJIA-vol.5-num.2-2022-4398>
- Mejía, E., Mora, G., y Montes, C. A. (2013). Aproximación crítica a la función contable desde la teoría tridimensional de la contabilidad. *Lúmina*, 14, 142–175. <https://doi.org/10.30554/lumina.14.1081.2013>
- Moreno, G., & Suárez, P. (2020). Participación comunitaria y transparencia en procesos contables de base social. *Equidad y Desarrollo*, 34, 85–102. <https://doi.org/10.19052/eq.vol1.iss34.9>
- Pérez, J., & Mendoza, C. (2019). Modelos organizativos en contextos de conflicto. *Revista Desarrollo y Sociedad*. <https://doi.org/10.14482/du.23.2.304.68>
- Ramírez, J. E., & Torres, P. (2022). Diseño participativo de sistemas contables indígenas: Una experiencia desde la Amazonía ecuatoriana. *Revista Interamericana de Contabilidad*, 61(3), 45–70. <https://doi.org/10.1590/ric.2022.61.3.045>
- Rodríguez, C. A., & Vega, L. (2020). Modelos contables comunitarios y sostenibilidad: Un análisis desde la economía social. *Innovar Journal*, 30(78), 98–115. <https://doi.org/10.15446/innovar.v30n78.83729>
- Salinas, J., & Rodríguez, L. (2021). Contabilidad comunitaria: Perspectivas y desafíos. *Revista Innovar*, 31(79), 33–54. <https://doi.org/10.15446/innovar.v31n79.91230>
- Torres, A., & Gil, M. (2020). La transformación organizacional desde la perspectiva de la resiliencia. *Revista Innovar*, 30(78), 76–97. <https://doi.org/10.15446/innovar.v30n78.85191>
- Vargas, A., & Bonilla, S. (2018). Contabilidad solidaria para proyectos comunitarios. *Revista Equidad y Desarrollo*, 29, 110–129. <https://doi.org/10.19052/eq.vol1.iss29.7>

### Contribución De Autoría

Concepción y elaboración del manuscrito: Sandra Yaneth Cañas Vallejo. Diana Marcela Betancur. Natalia Madrid Zabaleta. Edison Oswaldo Carmona Cardona.

Análisis de datos y revisión documental:  
Sandra Yaneth Cañas Vallejo. Diana Marcela  
Betancur. Natalia Madrid Zabaleta. Edison  
Oswaldo Carmona Cardona.

Recibido: 6-06-2025 Aceptado: 7-08-2025 Publicado:8-08-2025

## Violencia en adultos mayores: revisión sistemática en el contexto global de la última década

Violence in older adults: systematic review in the global context of the last decade

Rosi Gisela Irigoin Vásquez<sup>1</sup> \* 

<sup>1</sup> Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), Escuela Profesional de Enfermería, Ciudad Universitaria Colpamatara, 06120, Chota, Cajamarca, Perú

\*Autor de correspondencia: [Email: 2022021017 @unach.edu.pe]

### RESUMEN

La violencia contra el adulto mayor (AM) es el uso intencional de la fuerza física o el poder como amenaza contra uno mismo, una persona, grupo o comunidad. En este sentido, el objetivo fue Identificar la prevalencia y tipos de violencia contra el AM a nivel mundial. Para ello se llevó a cabo una revisión sistemática en Redalyc, PubMed, Google Académico, Alicia, Scielo, ScieceDirect, LILACS, Dialnet y Scopus, empleando operadores booleanos como: "adulto mayor", AND "prevalencia de violencia", OR "tipos de violencia", en total se identificaron 27 registros entre artículos científicos y literatura gris publicados entre el 2014 y 2024. El proceso de revisión se desarrolló bajo los estándares de método PRISMA; la elegibilidad, incluyó valoración de la calidad científica, y la inclusión contempló los criterios de calidad de la evidencia. Se encontraron 3 registros en Redalyc, 15 en PubMed, 2 en Google académico, 3 en Alicia, 14 en Scielo, 1 en ScieceDirect, 5 en LILACS, 2 en Dialnet y 5 en Scopus, se localizaron en total 50 registros electrónicos. Así se evidencia que la prevalencia de violencia hacia los AM a nivel mundial es elevada, con una notable incidencia dentro del contexto familiar y países en vías de desarrollo. La violencia psicológica es la más prevalente, su desarrollo está influenciado por múltiples factores, siendo más significativos la vulnerabilidad, dependencia, género, nivel educativo y socioeconómico y edadismo.

*Palabras claves:* Abuso sexual, negligencia, prevalencia, violencia física, violencia psicológica

### ABSTRACT

Violence against older adults (OA) is the intentional use of physical force or power as a threat

against oneself, another person, group, or community. In this regard, the objective was to identify the prevalence and types of violence against older adults worldwide. To this end, a systematic review was conducted in Redalyc, PubMed, Google Scholar, Alicia, Scielo, ScieceDirect, LILACS, Dialnet, and Scopus, using Boolean operators such as: 'older adult,' AND 'prevalence of violence,' OR 'types of violence.' A total of 27 records were identified among scientific articles and grey literature published between 2014 and 2024. The review process was carried out under the PRISMA method standards; eligibility included assessment of scientific quality, and inclusion considered the criteria for quality of evidence. Three records were found in Redalyc, 15 in PubMed, 2 in Google Scholar, 3 in Alicia, 14 in Scielo, 1 in ScieceDirect, 5 in LILACS, 2 in Dialnet and 5 in Scopus, for a total of 50 electronic records. This shows that the prevalence of violence against older adults worldwide is high, with a notable incidence within the family context and in developing countries. Psychological violence is the most prevalent, and its development is influenced by multiple factors, the most significant being vulnerability, dependence, gender, educational and socioeconomic level, and ageism.

Keywords: sexual abuse, neglect, prevalence, physical violence, psychological violence, psychological violence.

## INTRODUCCIÓN

Adulto mayor (AM) se considera aquella persona con 60 años a más, el cual experimenta cambios físicos y psicosociales. En este sentido, el AM necesita vivir saludablemente, sin embargo, hoy en día la violencia sigue siendo un problema de salud pública a nivel mundial. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la violencia como el uso intencional de la fuerza física o poder como amenaza contra una persona o grupo el cual produce daño y privación de sus derechos humanos (OMS, 2024).

Asimismo, reportó que uno de cada seis AM en el mundo sufre violencia, ocasionando graves consecuencias físicas,

mentales y sociales. Ante el notable crecimiento de esta población, la violencia se ha convertido en una problemática global que sigue siendo olvidada, a pesar de su impacto devastador en la calidad de vida de este grupo etario.

A nivel mundial, los AM han aumentado en los últimos años. En 1993 la población mundial de 60 años a más eran 525 millones; en el 2000, 616 millones y para el 2025 se estimó más de 1,200 millones (El congreso, 1993). Por otro lado, la (ONU), (2021), reportó 761 millones de AM y estima para el 2050, 1600 millones.

Según el estudio de investigación sobre Negligencia y maltrato en AM de España se constató que el 52,6% de casos de

violencia provienen de comunidad (Balea-Fernández *et al.*, 2020). Entre tanto, un 79,7% de abusos se producen intrafamiliar (Silva-Fhon *et al.*, 2015). Del mismo modo, Rodríguez *et al.* (2021), en su investigación reportaron un 80% de violencia intrafamiliar.

A lo largo de la última década, la violencia hacia los AM aún persiste a pesar de la implementación de estrategias como la Ley del AM, centros de ayuda y servicios de protección. Según las estadísticas de las Naciones Unidas (2016) la prevalencia de violencia fue de 10%; según la OMS (2017) el 16%; según una investigación en Brasil, la prevalencia de violencia para el año 2021 aumentó a 50,1% (Pampolim *et al.*, 2021). Del mismo modo Acharya *et al.* (2021), en su estudio realizado en Nepal reportaron 54,5% de violencia (2021a).

En Nepal se reportó que los AM son afectados por violencia financiera (25%), negligencia (23,1%), psicológico (20,6%), físico (6,5%), y sexual (1,9%) (S. R. Acharya *et al.*, 2021a). Asimismo, en Brasil, Rodríguez *et al.* (2021), demuestran que 16,2% de los AM presentan violencia, entre ellos psicológico (13,6%), económico (4,8%), físico (3,2%), negligencia (2,3%) y sexual (0,5%) (2023, p. 565). Del mismo modo, (Aleissa *et al.*, 2024b) mencionaron que los tipos de violencia que afectan al AM en Arabia Saudita es físico 44,5%, y abandono 34,4%.

La violencia contra los AM es un fenómeno

creciente afectando millones de personas en todo el mundo, caracterizada por acciones repetidas que causan sufrimiento. Los factores que contribuyen al maltrato destacan la vulnerabilidad, trastornos crónicos, aislamiento y discapacidad (Kaplan, 2023). Asimismo, la OMS (2022) indica que los factores individuales son la dependencia funcional, afecciones físicas y psicológicas, deterioro cognitivo y escasez de ingresos económicos; factores por parte del agresor destacan enfermedades mentales, abuso de sustancias y economía baja; en las relaciones interpersonales son el tipo de familia y estado civil; factores sociales el edadismo y normas culturales.

Ante el aumento mundial de AM y la prevalencia de la violencia, es necesario conocer los tipos de violencia que más afectan, con la finalidad de mejorar políticas de salud que protejan sus derechos; por tal motivo, este artículo busca responder ¿Cuáles son los tipos de violencia contra el AM que más prevalecen a nivel mundial? Para ello, se consideró investigaciones cuantitativas que se han realizado en el ámbito intra y extrafamiliar con poblaciones mayores a 60 años.

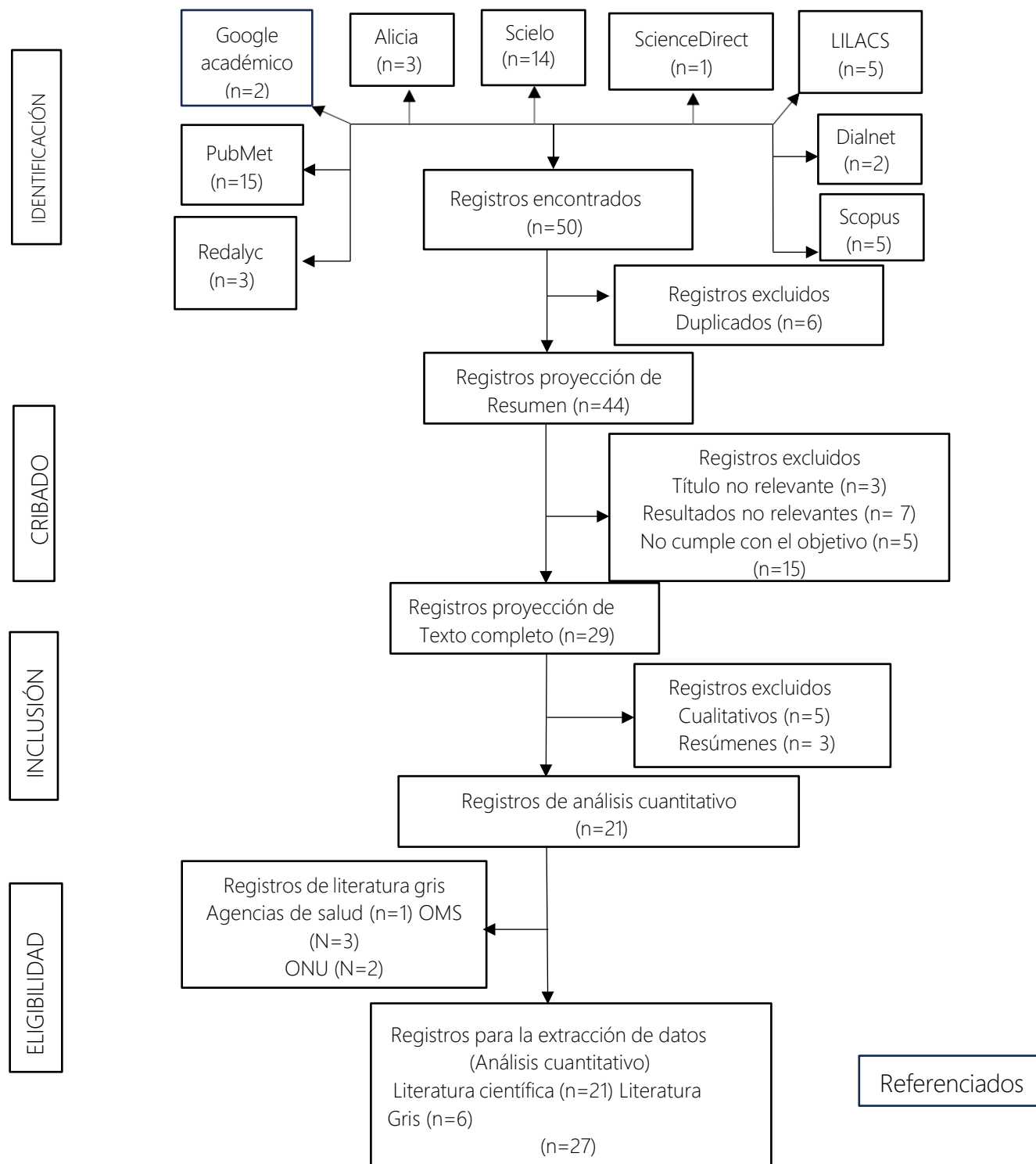
En ese contexto, el objetivo de esta revisión fue identificar la prevalencia y tipos de violencia contra el AM a nivel mundial entre los últimos 10 años.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó a partir

de una búsqueda de literatura, en idiomas español, inglés y portugués, sobre la prevalencia de violencia al AM a nivel mundial. Se usó el método de búsqueda por palabras clave: "adulto mayor", "prevalencia de violencia", "tipos de violencia", "older adult", "prevalence of violence", "types of violence", con los conectores, AND, OR. Se utilizaron las bases de datos: Redalyc, PubMed, Google Académico, Alicia, Scielo, Science Direct, LILACS, Dialnet y Scopus. Se tuvieron en cuenta como criterios de inclusión: Periodo de publicación, estudios realizados entre el 2014 y el 2024 (10 años de anterioridad), investigaciones de tipo cuantitativo con una muestra mayor a 20 en el contexto mundial y como criterios de exclusión: duplicados, título no relevante, resultados no relevante, no cumple con el objetivo, estudios cualitativos y resúmenes. Obteniendo un total de 50 artículos científicos y 21 documentos de interés. Se utilizó el software Zotero para la organización de los artículos científicos teniendo en cuenta la base de datos.

Después de realizar la sistematización de la información se eliminaron 6 artículos repetidos identificados por la base de datos y quedaron un total de 44, de esta cifra se excluyeron 3 por ser documentos que no presentan un título relevante, del mismo modo se excluyeron 5 porque no aportan datos relacionados al objetivo, sino que trataban sobre riesgo de violencia, características del violentado, factores de violencia en el adulto mayor; seguidamente se eliminaron 5 artículos con enfoque cualitativo y 3 resúmenes. Una vez terminada la revisión, se consideró importante incluir 21 artículos dentro de las citas de esta revisión por tratar directamente con el tema de esta investigación y presentar información importante sobre la prevalencia y tipos de violencia al AM. El estudio se desarrolló según los estándares PRISMA, para ejecutar e informar la búsqueda bibliográfica y electrónica de una revisión sistemática, e incluyó cuatro momentos (Figura 1).



**Figura 1.** Proceso de selección de los estudios de violencia en el adulto mayor a nivel mundial en la última década.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Cuadro 1 se presentan los principales estudios que abordan la prevalencia y en el Cuadro 2 los tipos de violencia en el AM.

**Cuadro 1.** Estudios que abordan la prevalencia de violencia en el adulto mayor.

| Autor(es)                                                                                                                                                                       | Título                                                                                                                    | País     | Año  | Tipo de estudio                   | Principales contribuciones del estudio                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Torres-Castro Claudia<br>Szejf, Lorena Parra-<br>Rodríguez, Oscar Rosas-<br>Carrasco                                                                                            | Asociación entre fragilidad y maltrato a personas mayores en comunidades de la Ciudad de México.                          | México   | 2018 | Estudio transversal               | La prevalencia de violencia total en los AM fue del 35,7%.                                      |
| Pabon-Poches Daysy<br>Katherine                                                                                                                                                 | Riesgo de maltrato en personas adultas mayores: validación de contenido de una escala.                                    | Colombia | 2019 | Tipo instrumental                 | La prevalencia de violencia a las personas mayores fue 66,7%.                                   |
| Melike Yalcin Gursay, Fatih<br>Kara                                                                                                                                             | Prevalencia de la violencia contra los adultos mayores y factores asociados en Çanakkale, Turquía: un estudio transversal | Turquía  | 2019 | Estudio trasversal                | La prevalencia de violencia fue del 28,5%.                                                      |
| Cursio, Carmen Lucia,<br>Payan-Villamizar Claudia,<br>Jimenez Abelardo yç,<br>Gomez, Fernando                                                                                   | Maltrato en adultos mayores colombianos y su asociación con condiciones socioeconómicas y funcionalidad.                  | Colombia | 2019 | Estudio descriptiva y transversal | El 15,1% de las AM refirió haber sufrido algún tipo de maltrato.                                |
| Maite Catalina Agudelo-<br>Cifuentes, Doris Cardona<br>Arango, Angela Segura<br>Cardona, Alejandra Segura<br>Cardona, Diana Muñoz<br>Rodríguez, Diego Alveiro<br>Restrepo-Ochoa | Características sociales y familiares asociadas al maltrato al adulto mayor de Pasto, Colombia 2016.                      | Colombia | 2019 | Estudio transversal               | La prevalencia de maltrato al adulto mayor en la ciudad de Pasto para el año 2016 fue de 13,0%. |

| Autor(es)                                                                                                                                                                                                                                                | Título                                                                                                                                                                  | País            | Año  | Tipo de estudio                    | Principales contribuciones del estudio                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Raudah M. Yunus, Noran N Hairi, Choo Wan Yuen, Rajini Sooryanarayana, Farizah Hairi, Norliana Ismail, Tey Nai Peng, Zainudin M. Ali, Sharifah N. Ahmad, Inayah A Razak, Sajaratulsisah, Othman Devi Peramalah, Su Majestad Fadzilah Mydin, Awang Bulgiba | ¿El maltrato en la vejez empeora la calidad del sueño? Un estudio de cohorte prospectivo de dos años entre adultos mayores rurales.                                     | Malasia         | 2019 | Estudio de cohorte prospectivo     | La prevalencia del maltrato a personas mayores fue del 8,1%.                        |
| Gracielle Pampolim, Franciele Marabotti Costa Leite                                                                                                                                                                                                      | Análisis de la violencia de repetición hacia el adulto mayor en un estado brasileño.                                                                                    | Brasil          | 2021 | Estudio transversal                | La prevalencia de violencia de repetición fue de 50,1%.                             |
| Acharya Shiva Raj, BK Suman, Sandip Phari, Yong Chul Shin, Luna Deog Hwan                                                                                                                                                                                | Prevalencia del abuso entre la población de edad avanzada de Syangja, Nepal.                                                                                            | Nepal           | 2021 | Analítico cuantitativo transversal | La prevalencia del maltrato a personas mayores fue del 54,5%.                       |
| María Fernanda Vinuesa-Veloza, Yalexis Nuñez-Riveroa, María de los Ángeles Leyva-Monteroa, Izaida Lis Montero-Lópeza, Carlota Mónica Mera-Segovia                                                                                                        | Determinantes sociodemográficos de violencia en adultos mayores ecuatorianos.                                                                                           | Ecuador         | 2021 | Estudio transversal                | La prevalencia de maltrato al adulto mayor fue 21,3%.                               |
| Pradnya Chandanshive, Sonu H. Subba, Swayam Pragyan Parida, Señor Mishra                                                                                                                                                                                 | Patrones de prevalencia y factores asociados al maltrato a personas mayores en un barrio marginal urbano del este de la India.                                          | India           | 2022 | Estudio transversal                | La prevalencia de violencia fue (19,4%).                                            |
| Letizia María Atim, Mark Mohan Kaggwa, Mohammed A Mamum, Moisés Kule, Samuel Maling                                                                                                                                                                      | Factores asociados con el abuso y el abandono de ancianos en Uganda rural: un estudio transversal de personas AM de la comunidad que asisten a una clínica ambulatoria. | Uganda (África) | 2023 | Estudio transversal                | El estudio identificó que la prevalencia del maltrato a los ancianos fue del 89,0%. |

| Autor(es)                                        | Título                                                                                 | País   | Año  | Tipo de estudio     | Principales contribuciones del estudio                     |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|---------------------|------------------------------------------------------------|
| Giraldo-Rodriguez, Liliana, Pavon-Leon, Patricia | Maltrato de personas mayores con multimorbilidad y su relación con la calidad de vida. | México | 2023 | Estudio transversal | La prevalencia del maltrato de personas mayores fue 16,2 % |

**Cuadro 2.** Estudios que abordan los tipos de violencia en el adulto mayor.

| Autor(es)                                                                                                                                                                 | Título                                                                                 | País     | Año  | Tipo de estudio              | Principales contribuciones del estudio                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| María Dolores Rodríguez Calvo, Coralía Gómez Mendoza, Tamara Guevara de León                                                                                              | Violencia intrafamiliar en el adulto mayor.                                            | Cuba     | 2018 | Descriptivo                  | El porcentaje de violencia que más prevaleció es la psicológica (95,9%), seguida de la física (55,4%), luego la negligencia (48,1%), y financiero (37,6%).              |
| Gabriela Cruz Noronha Silva, Vanessa Lourenco Almeida, Tábatta Renata Pereira de Brito, Monica La-Salette da Costa Godinho, Denismar, Alves Nogueira, Lucélia Terra Chini | Violencia contra las personas mayores: un análisis documental.                         | Brasil   | 2018 | Cuantitativo                 | El tipo de violencia destacó la negligencia (34,80%), seguida de la violencia psicológica (16,12%) y la violencia financiera (8,79%).                                   |
| Pabon-Poches Daysy Katherine                                                                                                                                              | Riesgo de maltrato en personas adultas mayores: validación de contenido de una escala. | Colombia | 2019 | Estudio de tipo instrumental | El tipo de violencia que más prevalece es la psicológica (29,2%) y (29,2%) reportaron sufrir más de un tipo violencia como violencia psicológica, físico y negligencia. |

| Autor(es)                                                                                                                                       | Título                                                                                                   | País     | Año  | Tipo de estudio                   | Principales contribuciones del estudio                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Melike Yalcin Gursoy, Fatih Kara                                                                                                                | Prevalencia de la violencia contra los adultos mayores y factores asociados en Çanakkale, Turquía.       | Turquía  | 2019 | Estudio transversal               | El tipo de violencia que se reportó es la psicológica (23,5%), seguida de la económica con (12,2%), luego la física con (4,1%) y el (2,5%) habían sido objeto de abuso sexual. |
| Cursio Carmen-Lucia, Payan- Villamizar Claudia, Jimenez Abelardo, Gomez Fernando                                                                | Maltrato en adultos mayores colombianos y su asociación con condiciones socioeconómicas y funcionalidad. | Colombia | 2019 | Estudio transversal y descriptivo | La mayor proporción de maltrato fue psicológico (13.1%), seguido de negligencia (8.5%), maltrato físico (2.0%), económico (1.3%) y sexual (0.2%).                              |
| Maite Agudelo-Cifuentes, Doris Cardona Arango, Angela Segura Cardona, Alejandra Segura Cardona, Diana Muñoz Rodríguez, Diego Restrepo-Ochoa.    | Características sociales y familiares asociadas al maltrato al adulto mayor de Pasto, Colombia 2016.     | Colombia | 2019 | Estudio transversal               | El tipo de violencia más frecuente fue psicológico con (4,7%), seguido de negligencia con (1,2%), económico con (0,8%) y físico con (0,8%).                                    |
| Maite Catalina Agudelo-Cifuentes, Doris Cardona, Angela Segura, Diego Restrepo-Ochoa, Diana Muñoz Rodríguez, Alejandra Segura, Daniel Jaramillo | Vulneración a la integridad física de personas mayores: prevalencia del maltrato y factores asociados.   | Colombia | 2020 | Estudio observacional             | El tipo de violencia que se reportó fue la física en un (4.1%).                                                                                                                |

| Autor(es)                                                                                                           | Título                                                                                                                         | País      | Año  | Tipo de estudio                            | Principales contribuciones del estudio                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alfonso Romero Maritza, Ribot Reyes Victoria de la Caridad, Luis Gonzales Isabel Pilar, Robert Vicet Juan Guarberto | Maltrato financiero a los adultos mayores. Policlínico “Carlos Manuel Portuondo”, La Habana.                                   | La Habana | 2021 | Estudio descriptivo transversal            | Se reportó violencia financiera en (53,5%).                                                                                                                                             |
| Acharya Shiva Raj, BK Suman, Sandip Phari, Yong Chul Shin Luna Deog Hwan.                                           | Prevalencia del abuso entre la población de edad avanzada de Syangja, Nepal.                                                   | Nepal     | 2021 | Estudio analítico cuantitativo transversal | El tipo de violencia que más se reportó fue la negligencia (23,1%), el maltrato psicológico (20,6%), el maltrato físico (6,5%), el maltrato financiero (2,4%) y el abuso sexual (1,9%). |
| María Vinueza-Veloza, Yalexis Nuñez-Riveroa, María Leyva-Montero, Izaida Montero-López, Mónica Mera-Segovia         | Determinantes sociodemográficos de violencia en adultos mayores ecuatorianos.                                                  | Ecuador   | 2021 | Estudio de corte transversal               | El tipo de violencia que más afecta a la población adulta mayor es la psicológica (28,2%), seguida de la negligencia (14,7%), económico (12,5%), física (8,3%) y sexual (5,3%).         |
| Pradnya Chandanshive, Sonu H. Subba, Swayam Pragyan Parida, Señor Mishra                                            | Patrones de prevalencia y factores asociados al maltrato a personas mayores en un barrio marginal urbano del este de la India. | India     | 2022 | Estudio transversal                        | El tipo de violencia que sobresalió es el emocional (11.1%), seguida de la verbal (6.9%), financiera (4,2%) y la física de (3.3%).                                                      |

| Autor(es)                                                                                                                       | Título                                                                                                                                                                                    | País      | Año  | Tipo de estudio                         | Principales contribuciones del estudio                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Yanee Choksomngam, Terdsak Petrungjarern, Pakpoom Bootak, Tinakon Wongpakaran, Peerasak Lerttrakarnnon                          | Prevalencia del maltrato a ancianos y su asociación con la fragilidad en pacientes ancianos en el departamento ambulatorio de un hospital de atención terciaria en el norte de Tailandia. | Tailandia | 2022 | Estudio transversal                     | El tipo de violencia que se reportó en la población AM fue la psicológica con (15,7%).                                                                                       |
| Guerra Marrero Odalys, Rodríguez Escalante Bertha M, Barceló Pelegrín Sura, Hechavarria Espinosa Adbel, Martínez Ramos Marbelis | Caracterización de la violencia intrafamiliar contra el adulto mayor en un área de salud.                                                                                                 | Ecuador   | 2022 | Estudio descriptivo de tipo transversal | El abandono y negligencia fue el tipo de violencia más alta (57,7%), seguida de la psicológica (27,2%), luego la financiera (7,9%), violencia física (6,1%) y sexual (1,1%). |
| Giraldo-Rodriguez Liliana, Pavon-Leon Patricia                                                                                  | Maltrato de personas mayores con multimorbilidad y su relación con la calidad de vida.                                                                                                    | México    | 2023 | Estudio transversal                     | Los tipos de violencia que se reportaron fue el psicológico (13,6%), económico (4,8%), físico (3,2%), negligencia (2,3%) y abuso sexual (0,5%).                              |
| Vinicius Mendes da Fonseca Lima, Luciane Stochero, Catarina Machado Azeredo, Claudia Leite de Moraes, Maria Helena Hasselmann   | Caracterización y completitud de la ficha de notificación de violencia contra las personas mayores en Niterói-RJ, 2011-2020.                                                              | Brasil    | 2023 | Estudio descriptivo                     | El tipo de violencia con mayor porcentaje fue la física con (48%), psicológica (22,2%) y autolesiones (21,4%).                                                               |

| Autor(es)                                                                                        | Título                                                                                                                                                                         | País           | Año  | Tipo de estudio                   | Principales contribuciones del estudio                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Letizia María Atim, Mark Mohan Kaggwa, Mohammed A Mamum, Moisés Kule, Samuel Maling              | Factores asociados con el abuso y el abandono de ancianos en la Uganda rural: un estudio transversal de adultos mayores de la comunidad que asisten a una clínica ambulatoria. | África         | 2023 | Estudio transversal               | La negligencia fue el tipo más común de maltrato a los ancianos (86%), seguido del abuso emocional (49%), el abuso financiero (46,8%), el maltrato físico (25%) y el abuso sexual (6,8%). |
| Majid Aleissa, Raghib Abusaris Meshal, Alaqeel Ranem Mylani, Hashim H. Balubaid, Zainab Alnjeidi | Determinación de patrones y tipos de violencia contra las personas mayores en el Reino de Arabia Saudita.                                                                      | Arabia Saudita | 2024 | Estudio observacional transversal | La violencia física fue el tipo que más prevalece (44,5%), seguido del abandono (34,4%).                                                                                                  |

La violencia hacia los AM es una problemática de salud pública que afecta a nivel mundial, según la revisión sistemática demuestra un incremento significativo en la prevalencia de la violencia hacia los AM durante los últimos 10 años, siendo la violencia psicológica, negligencia, física, económica y financiera los tipos de violencia que más se evidencian, los cuales afectan la salud mental y física del AM; conllevando a adquirir enfermedades y mala calidad de vida.

La violencia en los AM, a nivel mundial evidencia un alto porcentaje, siendo África el país en la cual más prevalece (89, 0%) (Atim et al., 2023a), seguido de Colombia (66,7%), donde no solo existe una alta prevalencia de violencia sino también abandono de ancianos, siendo los familiares principales agresores

(Pabón-Poches, 2019a).

Los estudios realizados en América demuestran una prevalencia relativamente significativa de violencia en el AM. A nivel de América del Norte como en México, la prevalencia es del 33, 7% (Torres- Castro *et al.*, (2018); del mismo modo Giraldo-Rodríguez *et al.* (2021), demostró 16, 2 % (2023a). Con respecto a América del Sur, en Colombia, tres estudios muestran que la violencia hacia al AM tienen una incidencia alta, siendo la más significativa 66, 7 % (Pabón- Poches, 2019a). En Ecuador, la prevalencia es del 21, 3% (Vinueza- Veloz *et al.*, 2020a). En Brasil, la violencia general representó un 50, 1% (Pampolim et al., 2021). En Asia, la prevalencia de violencia en el AM, el promedio aproximado es de 27, 3%. En India, la violencia al AM predomina un 19, 4% (Chandanshive *et al.*, 2022a). En

Nepal, aproximadamente 54,5% de los AM son principalmente víctimas de violencia por negligencia (Acharya *et al.*, 2021b). Sin embargo, en Malasia, la violencia es un 8,1% (Yunus *et al.*, 2017).

En Europa, específicamente en una ciudad del oeste de Turquía 28, 5% de los AM son víctimas de violencia (Gürsoy *et al.*, 2020). En cambio, en África 89, 0% de los AM son violentados, evidenciando que el desarrollo económico y social de un país no garantiza la erradicación de la violencia (Atim *et al.*, 2023b).

En la tabla 2 se evidencian estudios que abordan los tipos de violencia hacia el AM; psicológica, física, negligencia, económica, financiera, verbal, abandono y sexual.

Los estudios revisados de América Latina evidencian la prevalencia de los tipos de violencia en varios países. En Brasil, 2 estudios muestran que la violencia física tiene una incidencia mayor al 45%, siendo la mayor con 49,2%, (Ranzani *et al.*, 2023). En cambio, en Colombia el tipo de violencia que más predomina es el psicológico con 29,2%, este tipo de violencia es dada por el cónyuge y familiares (Pabón-Poches, 2019b); seguido de Ecuador con 2 estudios donde la violencia psicológica es la más frecuente en más de 25% de los AM, siendo la mayor con 28,2% (Vinueza- Veloz *et al.*, 2020b).

En Centroamérica, la violencia psicológica y la financiera son los tipos más comunes. En Cuba, aproximadamente el 95,9% sufre violencia psicológica, generada por sus propios familiares (Calvo *et al.*, 2018), a diferencia de México con un 13,6% (Giraldo-Rodríguez, 2023). Sin embargo, otro estudio en La Habana, el tipo que más

afecta es la financiera en un 53,3% (Alfonso *et al.*, 2021).

En Europa se observa resultados similares al de América en cuanto a la violencia psicológica y económica que son las más comunes. En Turquía aproximadamente el 23,5% sufre violencia psicológica seguida de la económica con 12,2% (Gürsoy *et al.*, 2020a).

En Asia se evidencia la violencia física, negligencia y psicológica. En Reino de Arabia Saudita, el abuso físico fue el tipo más común con 44,5% (Aleissa *et al.*, 2024a). A diferencia de Nepal el tipo de violencia que más prevalece es la negligencia con 23,1% (Acharya *et al.*, 2021). No obstante, en la India el tipo más común de abuso fue el psicológico con 11,1% (Chandanshive *et al.*, 2022b). Sin embargo, en África la negligencia es altamente prevalente con 86.6%, seguida de la psicológica con 49% (Atim *et al.*, 2023a).

El tipo de violencia que más prevalece a nivel mundial en personas mayores es la psicológica, seguido de negligencia, física, financiera, abandono, económica, sexual y verbal respectivamente. La gran prevalencia de maltrato psicológico en AM puede estar influenciada por una variedad de factores que contribuyen al maltrato contra este grupo etario; destacan la vulnerabilidad, trastornos crónicos, aislamiento y discapacidad física y mental (Kaplan, 2023). Los estudios revisados de América Latina muestran una prevalencia relativamente significativa de maltrato psicológico en algunos países. En Colombia, tres estudios muestran que este tipo de violencia hacia el AM es la que más prevalece, siendo la

mayor con 29, 2% (Pabón-Poches, 2019c); seguido de Ecuador, con dos estudios que evidencian que más del 25% de la población AM ha sufrido este tipo de maltrato (Vinueza-Veloz *et al.*, 2020c).

En Centroamérica, el maltrato psicológico es el tipo más común. En Cuba, un estudio muestra que el maltrato psicológico tiene una incidencia de 95,9% (Calvo *et al.*, 2018). A diferencia de México con 13,6% (Giraldo-Rodríguez *et al.*, 2023). Este maltrato se manifiesta a través de agresiones verbales o gestuales, cuyo objetivo es atemorizar, humillar, restringir la libertad o aislar al adulto mayor de su entorno social.

En Europa, se observan resultados similares a los de América Latina en cuanto a la incidencia de este tipo de maltrato. En Turquía, el 23,5% de los AM sufrió violencia psicológica (Gürsoy *et al.*, 2020b). Del mismo modo, en Asia, estudios muestran tasas considerables; en países como Tailandia, donde 15, 7% de los AM sufrió este tipo de maltrato (Choksomngam *et al.*, 2023), seguido de India con 11,1% (Chandanshive *et al.*, 2022c).

El aumento del maltrato psicológico en estos países se relaciona con los factores como la vulnerabilidad, la dependencia, ser mujer, tener bajo nivel de educación, bajo nivel socioeconómico, malos tratos entre miembros de la familia. Asimismo, se destacan estereotipos negativos sobre la vejez, este último dato explica el aumento de la vulnerabilidad al maltrato psicológico en el AM (Pabón- Poches, 2019c).

## CONCLUSIONES

Se evidencia que la prevalencia de violencia hacia los adultos mayores a nivel mundial es elevada, con una destacada prevalencia dentro del contexto familiar y en países en vías de desarrollo. Estos resultados destacan la necesidad de implementar estrategias efectivas para reducir la violencia y proteger a los adultos mayores, con el objetivo de mejorar su calidad de vida y garantizar su bienestar.

La violencia contra el AM se manifiesta de diversas formas, el maltrato psicológico, negligencia, física, financiera, abandono, económica, abuso sexual y verbal respectivamente. Siendo el primero el más prevalente a nivel mundial. Su desarrollo está influenciado por múltiples factores, siendo más significativos la vulnerabilidad, dependencia, género, nivel educativo y socioeconómico y edadismo. En tal sentido, es crucial implementar estrategias que contribuyan a erradicar estos tipos de violencia.

## Financiamiento

Este estudio no contó con apoyo financiero ni patrocinio por parte de ninguna institución o entidad.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de interés relacionados con el contenido de este artículo científico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acharya, S, Suman, B, Pahari, S, Shin, C., & Moon, D (2021a). Prevalence of abuse among the elderly population of Syangja, Nepal. *BMC Public*

- Health*, 21(1), 1-9.  
<https://doi.org/10.1186/s12889-021-11417-0>
- Aleissa, M., Abusaris, R., Alaqeel, M., Mylani, R., Balubaid, H., Alnjeidi, Z., Alhowaish, N., & Almanea, T. (2024a). Determining patterns and types of violence against the elderly in the Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of Elder Abuse & Neglect*, 36(3), 251-264.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38362666/>
- Alfonso, M., Ribot Reyes, V. de la C., Luis González, I. P., Robert Vicet, J. G., Alfonso Romero, M., Ribot Reyes, V. de la C., Luis González, I. P., & Robert Vicet, J. G. (2021). Maltrato financiero a los adultos mayores. Policlínico "Carlos Manuel Portuondo", La Habana. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 20(1), 1-18. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1729-519X2021000100016&lng=es&nr=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1729-519X2021000100016&lng=es&nr=iso&tlng=es)
- Atim, L., Kaggwa, M., Mamum, M., Kule, M., Ashaba, S., & Maling, S. (2023a). Factors associated with elder abuse and neglect in rural Uganda: A cross-sectional study of community older adults attending an outpatient clinic. *PloS One*, 18(2), e0280826.
- Atim, L., Kaggwa, M., Mamum, M., Kule, M., Ashaba, S., & Maling, S. (2023b). Factors associated with elder abuse and neglect in rural Uganda: A cross-sectional study of community older adults attending an outpatient clinic. *PloS One*, 18(2), 5-20.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280826>
- Balea-Fernández, F., Gonzáles-Medina, S., & Alonso-Ramírez, J. (2020). Negligencia y maltrato en mayores. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 235-246.  
<https://www.redalyc.org/journal/3498/349863388024/html/>
- Calvo, M., Mendoza, C., León, T. de, Llopis, A. A., Duran, Y., & Álvarez, P. R. (2018). Violencia intrafamiliar en el adulto mayor. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 22(2), 204-213. <https://www.redalyc.org/journal/2111/211159713010/Chandanshive>.
- Subba, S. H., Parida, P. & Mishra, S. (2022a). Patrones de prevalencia y factores asociados al maltrato a personas mayores en un barrio marginal urbano del este de la India. *BMC Geriatrics*, 22(1), 317.  
<https://doi.org/10.1186/s12877-022-02986-9>.
- Choksomngam, Y., Petrungjarern, T., Ketkit, P., Boontak, P., Panya, R., Wongpakaran, T., Wongpakaran, N., & Lerttrakarnnon, P. (2023). The Prevalence of Elder Abuse and its Association with Frailty in Elderly Patients at the Outpatient Department of a Super-Tertiary Care Hospital in Northern Thailand. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 59(9), 1644.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37763763/>
- El congreso. (1993). *Población adulta mayor*. 1. <https://www2.congreso.gob.pe/>

- sicr/tradocestproc/clproley2001.nsf/pley/94DB1DAB6B5C8CCCC05256D25005CFA39?opendocument#:~:text=Al%20respecto%2C%20cabe%20se%C3%B1alar%20que,2025%20m%C3%A1s%20de%201%2C200%20millones
- Giraldo-Rodríguez, L., & Pavón-León, P. (2023a). Maltrato de personas mayores con multimorbilidad y su relación con la calidad de vida. *Horizonte sanitario*, 22(3), 561-572. <https://doi.org/10.19136/hs.a22n3.5634>
- Gürsoy, M., & Kara, F. (2020). Prevalence of violence against older adults and associated factors in Çanakkale, Turkey: A cross-sectional study. *Geriatrics & Gerontology International*, 20(1), 66-71. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31820552/>
- Kaplan D. (2023). Introducción al maltrato a personas mayores— Salud de las personas de edad avanzada— *Manual MSD versión para público general*, <https://www.msmanuals.com/es/hogar/salud-de-las-personas-de-edad-avanzada/maltrato-a-personas-mayores/introducci%C3%B3n-al-maltrato-a-personas-mayores>
- Ministerio de Salud. (2024). *Violencia contra los adultos mayores*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/972499-uno-de-cada-seis-adultos-mayores-en-el-mundo-sufre-malos-tratos-por-parte-de-su-familia-y-cuidadores>
- Naciones Unidas, U. (2016). *Ban Ki-moon pide actuar contra la violencia que sufre el 10% de las personas mayores*. United Nations; United Nations. <https://www.un.org/es/desa/elder-abuse-awareness-2016>
- Organización de las Naciones Unidas. (2023, enero 12). *Población que envejece*. <https://news.un.org/es/story/2023/01/1517857>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Aumenta el maltrato a las personas de edad: Según la OMS, afecta a uno de cada seis ancianos*. <https://www.who.int/es/news/item/14-06-2017-abuse-of-older-people-on-the-rise-1-in-6-affected>
- Organización Mundial de la Salud. (2022). *Maltrato de las personas mayores*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/abuse-of-older-people>
- Organización Mundial de la Salud. (2024, noviembre 14). *Prevención de la violencia*. <https://www.paho.org/es/temas/prevencion-violencia>
- Pabón-Poches, D. (2019a). Riesgo de maltrato en personas adultas mayores: Validación de contenido de una escala. *Psicogente*, 22(41), 6-32. <https://doi.org/10.17081/psico.22.41.3299>
- Pampolim, G., & Leite, F. M. C. (2021). Análisis de la violencia de repetición hacia el adulto mayor en un estado brasileño. *Aquichan*, 21(1), 2. <https://doi.org/10.5294/aqui.2021.21.1.8>
- Ranzani, C. de M., Silva, S., Hino, P.,

- Taminato, M., Okuno, M., & Fernandes, H. (2023). Profile and characteristics of violence against older adults during the COVID-19 pandemic. *Revista Latinoamericana de Enfermagem*, 31(1), 2-15. <https://www.scielo.br/j/rlae/a/SBPfW5gCs4pmjLsVt4PfR5Q/?lang=en>
- Rodríguez, R., Chiaravalloti-Neto, F., Fhon, J., & Bolina, A. (2021). Spatial analysis of elder abuse in a Brazilian municipality. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 74, 1-7. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2019-0141>
- Silva-Fhon, J., Río-Suarez, A., Motta-Herrera, S., Fabricio-Wehbe, S., & Partezani-Rodrigues, R. A. (2015). Violencia intrafamiliar en el adulto mayor que vive en el distrito de Breña, Perú. *Revista de la Facultad de Medicina*, 63(3), 367-375. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=576363525004>
- Torres-Castro, S., Szlejf, C., Parra-Rodríguez, L., & Rosas-Carrasco, O. (2018). Association Between Frailty and Elder Abuse in Community-Dwelling Older Adults in Mexico City. *Journal of the American Geriatrics Society*, 66(9), 1773-1778. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30094814/>
- Vinueza-Veloz, M., Nuñez-Rivero, Y., Leyva-Montero, M. de los Á., Montero-López, I. L., & Mera-Segovia, C. M. (2020a). Determinantes sociodemográficos de violencia en adultos mayores ecuatorianos. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 56(1), 41-46. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2020.06.003>
- Yunus, R., Wazid, S., Hairi, N., Choo, W., Hairi, F., Sooryanarayana, R., Ahmad, S., Razak, I., Peramalah, D., Aziz, S., Mohamad, Z., Mohamad, R., Ali, Z., & Bulgiba, A. (2017). Association between elder abuse and poor sleep: A cross-sectional study among rural older Malaysians. *PloS One*, 12(7), e0180222. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28686603/>

#### Contribución de autoría

Concepción y elaboración del manuscrito:  
Rosi Gisela Irigoin Vásquez.

Recibido: 3-06-2025 Aceptado: 7-08-2025  
Publicado: 8-08-2025

## Desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de Chota

Seismic performance level of the building of the Professional School of Accounting of the National Autonomous University of Chota

Jhimy Colunche Regalado<sup>1\*</sup>  Alexander Guevara Irigoin<sup>1</sup>  Elmer Natividad Chávez Vásquez<sup>1</sup> 

\*

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Ciudad Universitaria Colpamatara, 06120, Chota, Cajamarca, Perú.

\*Autor de correspondencia [e-mail: jhimy944244649@gmail.com]

### RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue analizar el nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) de la UNACH utilizando el análisis no lineal estático Pushover. La muestra incluyó los tres módulos principales del edificio: módulos 1 y 3 destinados a actividades académicas, módulo 2 para oficinas administrativas y el módulo 4 correspondiente al ascensor. La metodología involucró la evaluación estructural de cada módulo para determinar su desempeño bajo condiciones sísmicas. Los resultados del estudio revelaron que el módulo 1 es completamente regular en planta y elevación, mientras que el módulo 3, a pesar de su geometría compleja, también es regular en ambas dimensiones. En contraste, el módulo 2 presentó irregularidades en planta debido a esquinas entrantes, y el módulo 4 mostró irregularidad torsional en planta, aunque ambos módulos son regulares en elevación. En términos de desempeño sísmico, el edificio cumple con la norma E.030:2018 tras la aplicación de coeficientes de amplificación en los módulos 1, 3 y 4. Los desplazamientos y derivas relativas se mantuvieron dentro de los límites normativos, garantizando un comportamiento estructural estable. Sin embargo, el análisis bajo cargas estáticas no lineales mostró que solo el módulo 3 y 4 cumplen completamente con los objetivos de desempeño de la norma ATC-40:1996; mientras que, los módulos 1 y 2 cumplen parcialmente los objetivos de desempeño, pero son resistentes especialmente bajo sismos máximos. Por tanto, se concluyó que, el edificio de contabilidad de la UNACH cumple su desempeño sísmico.

*Palabras clave:* análisis no lineal, irregularidades, desempeño sísmico.

### ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the level of seismic performance of the building of the Professional School of Accounting (EPC) of the UNACH using the Pushover nonlinear static analysis. The sample included the three main modules of the building: modules 1 and 3

for academic activities, module 2 for administrative offices and module4 corresponding to the elevator. The methodology involved the structural evaluation of each module to determine its performance under seismic conditions. The results of the study revealed that module1 is completely regular in plan and elevation, while module3, despite its complex geometry, is also regular in both dimensions. In contrast, module2 presented irregularities in plan duet incoming corners, and module4 showed torsional irregularity in plan, although both modules are regular in elevation. In terms of seismic performance, the building complies with E.030 (MVCS, 2018) after the application of amplification coefficients in modules 1, 3 and 4. The relative displacements and drifts remained within the normative limits, ensuring stable structural behavior. However, the analysis under nonlinear static loads showed that only modules 3 and 4 fully comply with the performance objectives of the ATC-40:1996 standard; whereas modules 1 and 2partially comply with the performance objectives but are resistant especially under maximum earthquakes. Therefore, Taws concluded that the UNACH accounting building meets its seismic performance.

*Key words:* nonlinear analysis, irregularities, seismic performance.

## INTRODUCCIÓN

Las fuerzas sísmicas son aleatorias y dominantes en la naturaleza, terremotos pasados, han puesto de manifiesto, como la carga dinámica afecta fuertemente a las edificaciones (Shinde & Chaturvedi, 2022). Por ello, al tratar con una fuerza tan peligrosa, la evaluación sísmica es un instrumento valioso para la conservación de estructuras vulnerables en regiones propensas a terremotos (Shehú, 2021). La evaluación sísmica, tiene importantes repercusiones en la práctica de la ingeniería, ya que influye en el diseño de intervenciones de refuerzo, a escala del edificio único existente o en el plan de políticas de mitigación a escala territorial (Cattari & Magenes, 2022).

Los parámetros importantes, en el análisis sísmico, incluyen ductilidad, rigidez, amortiguamiento, masa, capacidad de carga, cortante base, espectro de respuesta

y capacidad de carga (Shinde & Chaturvedi, 2022). Estos parámetros de respuesta de fuerza-desplazamiento no lineal, se pueden estimar a partir del análisis "Pushover", también conocido como "Análisis estático no lineal" (Sullivan et al., 2021). Este procedimiento es comúnmente adoptado por los profesionales para el análisis sísmico, en el que se analiza la estructura para cargas laterales cada vez mayores y el comportamiento estructural no lineal se tiene en cuenta durante el análisis mediante la actualización de la matriz de rigidez en cada incremento de carga (Sullivan et al., 2021).

Perú, ha soportado múltiples eventos telúricos con consecuencias letales (Lorito et al., 2022). Por lo que, el "Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento" (MVCS, 2018) realizó modificaciones a la norma E.030, cambiando el espectro de

diseño sísmico, al modificar la zonificación sísmica, los perfiles de suelo, sistemas estructurales e irregularidades, lo que, ha generado un vacío técnico, debido al desconocimiento de si edificaciones construidas con normas anteriores a la actual modificación, cumplen los requerimientos de rigidez, desplazamientos y derivas actuales.

La norma E.030 (MVCS, 2018), plantea el análisis sísmico, en base al análisis estático y dinámico, donde se definen parámetros como, cortante base, derivas y desplazamientos; pero no se define la capacidad y desempeño de la edificación, por lo que, en la actualidad, muchos investigadores, optan por complementar el análisis sísmico, utilizado en sus respectivos países, con el análisis "Pushover" (Shinde & Chaturvedi, 2022). En otras palabras, si bien el análisis sísmico de la norma E.030 permiten plantear un diseño sismorresistente, solo la metodología Pushover permite identificar o conocer el punto de desempeño de la estructura, dato que comprende el estado de la edificación frente a diferentes niveles de eventos sísmicos, es decir, da una idea clara del comportamiento de la edificación a eventos telúricos, siendo así, también permite identificar claramente los puntos de colapso (rotulas plásticas).

La provincia de Chota, Cajamarca, se encuentra dentro de la zona 2 y 3, de peligrosidad sísmica, según la norma E.030 (MVCS, 2018), así mismo, según la "Municipalidad Provincial de Chota" (MPCH, 2018), los suelos de la localidad tienen baja capacidad de soporte, por lo que,

incrementan la posibilidad de colapso de una edificación, frente a un evento telúrico de baja a media intensidad.

La "Universidad Nacional Autónoma de Chota" (UNACH), integrada por cinco escuelas profesionales, tiene en su campus Colpamatará a las edificaciones, de las Escuelas Profesionales de Ingeniería Civil (EPIC), Enfermería (EPE), Ingeniería Forestal y Ambiental (EPFA), y Contabilidad (EPC), de las cuales el edificio de Enfermería fue analizado por Cabrera (2022), y el edificio de ingeniería civil fue analizado por Fernández (2022), donde ambos concluyeron que, existen módulos que colapsarían frente a eventos sísmicos máximos, y plantearon sus respectivas propuestas de reforzamiento, según el caso, esto se debe a que, las edificaciones fueron diseñadas con la normativa anterior, a las modificaciones actuales, así mismo, los materiales, como el concreto, pierden resistencia con el paso del tiempo, de allí, el interés, por comprobar el nivel de desempeño estructural a eventos sísmicos, de los módulos de la "Escuela Profesional de Contabilidad".

Se analizó el edificio de Contabilidad, porque fue diseñado con normatividad anterior a las modificaciones de la E.030 en el año 2014 y 2018, así mismo, fue construida en paralelo, con el edificio de Ingeniería Civil, mismo que, según expresa Fernández (2022) para el módulo V (donde se encuentran los servicios higiénicos) presenta desempeño de pre colapso frente a un evento telúrico máximo, lo que, hace suponer que alguno de los módulos de la edificación de contabilidad también puede estar en riesgo de colapsar frente a un evento sísmico severo. Otro aspecto relevante para la

Colunche, Guevara y Chávez (2025). Nivel de desempeño...

elección de esta estructura fue la presencia de patologías del concreto como grietas y fisuras, que hacen pertinente el análisis. El edificio de la EPC, tiene cuatro (4) niveles, está integrada por tres módulos, el módulo 1 y 3 destinados a labores académicas, donde hay aulas, auditorios y laboratorios de computación, mientras que el módulo 2, corresponde a oficinas administrativas, servicios higiénicos, escaleras y el ascensor que funciona independientemente como un módulo más, por lo que, también podría decirse que son cuatro módulos. Es una edificación de tipo esencial (tipo A), según la norma E.030 (MVCS, 2018) por lo que debe prevalecer estructuralmente frente a un sismo, es decir, luego de un evento telúrico, su funcionamiento tiene que continuar, debido a que podría servir de albergue temporal para personas que hayan perdido sus edificaciones; no obstante, esto no se puede garantizar, sin la realización de un análisis no lineal estático "Pushover". En ese

contexto el objetivo en este estudio fue determinar el nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

La investigación se desarrolló en el distrito de Chota, localizado en las coordenadas UTM WGS84 759907.01 m, 9274121.38 m S a una altura de 2,388 m.s.n.m. Esta ciudad se caracteriza por su clima semifrío lluvioso, las temperaturas varían desde 4°C a 25°C y 80% de humedad relativa, las precipitaciones de 115 mm/hr, con mayor frecuencia de noviembre a abril, según la Municipalidad Provincial de Chota (MPCH, 2018). De esta manera, se evaluaron los 4 módulos del pabellón de la escuela profesional de contabilidad, la ubicación del estudio se presenta en la Figura 1 y Tabla 1. El estudio se realizó desde septiembre del 2022 hasta 2024.



Figura 1. Ubicación del campus universitario de Colpamatara-UNACH.

**Tabla 1.** Ubicación del pabellón de contabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

| Vivienda | Dirección                      | Coordenadas UTM WGS84 17S |             | Elevación<br>(msnm) |
|----------|--------------------------------|---------------------------|-------------|---------------------|
|          |                                | Este                      | Norte       |                     |
| 1        | Campus universitario,<br>UNACH | 759907.010                | 9274121.380 | 2388.00             |

### Diseño de investigación

La investigación adoptó un diseño no experimental descriptivo simple porque se centró en la observación y análisis del comportamiento de una estructura existente, sin manipular, ni alterar las variables en estudio. Se caracterizó el desempeño sísmico del edificio a través del análisis estructural "Pushover". Este diseño ha permitido describir el comportamiento de la edificación ante diferentes niveles de demanda sísmica, como los desplazamientos, cortantes basales y niveles de daño de la estructura.

$M \leftarrow O$

(1)

Donde, M es la muestra, O es la observación a la variable de estudio.

### Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Consistió en la visualización detallada del entorno de estudio y las características de la muestra, es decir, el edificio en cuestión. Se verificaron las dimensiones geométricas, los materiales utilizados y otros datos relevantes en campo, contrastando esta información con el expediente técnico.

Se realizó la exhaustiva revisión del expediente técnico (ET) de la construcción del edificio de Contabilidad. Esta revisión permitió recopilar los planos

arquitectónicos, estructurales y otros datos esenciales para el estudio.

Se llevaron a cabo tanto ensayos in situ como ex situ para obtener datos fundamentales sobre la edificación y su entorno:

Ensayos a los elementos estructurales (Esclerometría): Se realizaron pruebas de esclerometría en vigas, columnas, losas y escaleras del edificio.

Ensayos al suelo de cimentación: Se efectuaron diversos ensayos para evaluar las propiedades del suelo donde se cimenta el edificio, incluyendo pruebas de clasificación y corte directo. Estos ensayos permitieron calcular la capacidad portante del suelo y en base a ello definir el perfil del suelo.

Se calcularon los pesos de los elementos estructurales (vigas, columnas, losas) y de los materiales de acabado; y se evaluaron las cargas debidas al uso y ocupación del edificio, basándose en las normativas.

Esta técnica involucró una serie de procesos destinados a determinar el nivel de desempeño estructural del edificio frente a eventos sísmicos, empleando diversos tipos de análisis:

Análisis estático: Se realizó un análisis de la cortante basal para evaluar la capacidad de la estructura para soportar fuerzas laterales estáticas.

Análisis dinámico: Se llevaron a cabo cálculos de derivas, desplazamientos,

cortante dinámica y modos de vibración para entender cómo el edificio responde a fuerzas dinámicas. Estos análisis permitieron identificar las frecuencias naturales de vibración y los desplazamientos máximos esperados bajo condiciones sísmicas.

Análisis Pushover: Este análisis incluyó la generación de los espectros de análisis y la determinación del punto de desempeño. El análisis Pushover permitió identificar los objetivos de desempeño del edificio, como operacional, funcional, pre-colapso y colapso.

Cuaderno de campo. Medio donde se registraron todas las observaciones realizadas. Se anotaron detalles sobre las condiciones del sitio, las características visibles de la edificación, y cualquier incidencia o anomalía observada durante las visitas al campus universitario Colpamatara. Este registro detallado sirvió como una base de datos cualitativa que complementó los datos cuantitativos obtenidos a lo largo del estudio.

Fichas de registro. Incluyeron detalles sobre los materiales utilizados, las especificaciones de diseño, y las características estructurales del edificio. Este instrumento permitió tener una visión clara y estructurada de los aspectos constructivos y técnicos esenciales para el análisis sísmico.

Formatos de ensayos. Estos formatos fueron utilizados para presentar los resultados de los ensayos realizados tanto in situ como ex situ. En el caso de los ensayos in situ, se documentaron los resultados de las pruebas de esclerometría aplicadas a los elementos estructurales (vigas, columnas, losas y escaleras) para determinar su resistencia a la compresión actual. En cuanto a los ensayos

ex situ, se registraron los resultados de las pruebas de mecánica de suelos que se llevaron a cabo para evaluar la capacidad portante del suelo de cimentación.

Formato de Metrado de cargas. Documento estructurado que se utiliza para registrar y estimar todas las cargas de la estructura. Este formato incluye detalles sobre cada tipo de carga, su magnitud, ubicación y distribución en el edificio determinado de acuerdo a la norma E.020.

Modelo de análisis sísmico. Este fue un modelo digital elaborado en el programa ETABS v. 2018, utilizado para realizar los diferentes tipos de análisis sísmico: estático, dinámico y pushover. El modelo digital permitió simular el comportamiento del edificio bajo diversas condiciones sísmicas, proporcionando una herramienta poderosa para visualizar y entender cómo la estructura respondería a diferentes escenarios de carga sísmica.

### Análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó el programa Minitab 22 con la finalidad de aceptar o rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) o la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), para ello primero se verificó la normalidad de las variables, luego aplico el método Anova para sacar el valor de probabilidad y se aplicó prueba paramétrica T-Student para definir la hipótesis.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis realizado a los módulos de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) muestra que el módulo 1 es regular en planta y elevación, resultados similares fueron determinados por Vielma-Quintero et al.

(2024), quienes concluyeron que las estructuras con simetría en planta suelen tener un comportamiento sísmico más favorable, con menores demandas en desplazamientos. La regularidad en planta y elevación del módulo 1 también coincide con Abd-Elhamed et al. (2023), quienes observaron que las estructuras regulares presentaban mayor capacidad de carga y una mejor respuesta sísmica.

Sin embargo, para el módulo 2 que tiene irregularidad en planta por esquinas entrantes, el comportamiento observado es similar a los resultados de Hasibuan et al. (2023), quienes concluyeron que las irregularidades geométricas aumentan la vulnerabilidad sísmica de las estructuras. La presencia de estas esquinas entrantes en el módulo 2 requiere la aplicación del coeficiente de irregularidad, lo que refleja una menor capacidad de la estructura para disipar energía durante un sismo, como sugieren también Janićijević et al. (2023) en su análisis de edificios con irregularidades geométricas.

Sin embargo, para el módulo 2 que tiene irregularidad en planta por esquinas entrantes, el comportamiento observado es similar a los resultados de Hasibuan et al. (2023), quienes concluyeron que las irregularidades geométricas aumentan la vulnerabilidad sísmica de las estructuras. La presencia de estas esquinas entrantes en el módulo 2 requiere la aplicación del coeficiente de irregularidad, lo que refleja una menor capacidad de la estructura para disipar energía durante un sismo, como sugieren también Janićijević et al. (2023) en su análisis de edificios con irregularidades geométricas.

Entre tanto, el módulo 4 presenta una irregularidad torsional, lo cual es consistente con Kuria & Kegyes-Brassai (2023), quienes identificaron fallos estructurales en edificios que mostraban un comportamiento torsional excesivo en una de sus direcciones. El hecho de que el módulo 4 sea regular en elevación, pero presente problemas en planta debido a la torsión es un patrón común en estructuras con geometrías asimétricas o distribuciones irregulares de masa, lo que subraya la importancia de un análisis detallado de cada módulo en edificaciones con configuraciones complejas.

La evaluación del desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) bajo cargas estáticas y dinámicas lineales cumple parcialmente con la norma E.030 (MVCS, 2018). Los cortantes dinámicos obtenidos para los módulos del edificio indicaron que en varios casos no se alcanzaba el 80% del cortante estático, un criterio clave de la norma E.030:2018 (MVCS, 2018). Por lo tanto, fue necesario aplicar coeficientes de amplificación sísmica para cumplir con los requerimientos normativos. Este comportamiento fue similar al observado por Fernández (2022), quien también identificó la necesidad de amplificar cortantes dinámicos en ciertos módulos de la EPIC. Ambos estudios coinciden en que los coeficientes de amplificación son necesarios para asegurar el cumplimiento normativo, aunque no alteran las derivas ni desplazamientos absolutos de las estructuras, por tanto, se toman en cuenta solo como parte del diseño sísmico, pero no afectan a una edificación ya construida,

alineándose también, con lo que, argumenta Cabrera (2022).

En relación con los desplazamientos absolutos, los valores obtenidos en los módulos del edificio de Contabilidad se encontraron dentro de los límites permisibles establecidos por la norma, lo que indica un comportamiento estructural adecuado frente a cargas sísmicas. Estos resultados son coherentes con Janićijević et al. (2023), quienes concluyeron que los desplazamientos obtenidos en sus análisis también se mantenían dentro de los márgenes aceptables, sin embargo, variaban según el modelo de material no lineal empleado. De igual forma, Llontop (2023) también reportó que los desplazamientos en los diferentes módulos de la I.E. San Carlos estaban dentro de los límites permisibles, evidenciando un buen comportamiento sísmico.

En cuanto a las derivas relativas, el análisis de los módulos del EPC mostró que todas las distorsiones están por debajo del límite de 0.007, lo que garantiza la integridad estructural. Este comportamiento es comparable con Kuria & Kegyes-Brassai (2023), quienes, a pesar de encontrar desplazamientos mayores en la dirección X de una edificación hospitalaria, concluyeron que las derivas estaban dentro de los límites establecidos por los códigos normativos, asegurando un desempeño adecuado. En cambio, Vielma-Quintero et al. (2024) determinaron derivas ligeramente superiores a 0.04, debido a la asimetría de la edificación.

Por otro lado, los modos de vibración del edificio EPC cumplen con el criterio normativo de que los dos primeros modos

sean de traslación y el tercero de rotación, concordando con Zevallos (2023), quien reportó una adecuada distribución de los modos de vibración bajo cargas sísmicas. Sin embargo, Linares (2022) indican que no todas las estructuras logran cumplir con este criterio, particularmente aquellas con configuraciones estructurales más complejas o irregulares, lo que subraya la importancia de realizar el análisis por desempeño las edificaciones con geometría compleja. Asimismo, Antonio (2023) resalta que, a pesar que una edificación cumpla con los límites de deriva de la norma E.030, debe someterse al análisis no lineal, para asegurar su desempeño sísmico.

En cuanto, al análisis "Pushover" del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) de la UNACH, los resultados obtenidos revelaron que, el edificio de Contabilidad cumple, en promedio, con los objetivos de desempeño establecidos por el ATC-40 (ATC-40, 1996), lo que indica una adecuada capacidad estructural frente a diferentes tipos de cargas y eventos sísmicos. Este rendimiento es comparable al de la EPIC, analizada por Fernández (2022), que en promedio también cumplió satisfactoriamente los criterios de desempeño.

El módulo 1 de la Escuela de Contabilidad muestra un comportamiento sísmico diferenciado según la dirección evaluada. En X, cumple parcialmente con los objetivos de desempeño de la norma ATC-40 para edificaciones esenciales. Aunque alcanzó una última capacidad de 13.45 cm de desplazamiento y un cortante basal de 1024.26 ton, se obtuvo un nivel de desempeño de "ocupación inmediata" frente

a un sismo de servicio (SS), cuando la norma exige el nivel "operacional". Este resultado es coherente con Kuria & Kegyes-Brassai (2023) y Fernández (2022), quienes observaron que, aunque se cumplen ciertos objetivos de desempeño, en algunos casos se presentan limitaciones en la estabilidad estructural ante eventos sísmicos máximos. En contraste, en la dirección Y, el módulo 1 muestra una mejor capacidad estructural, alcanzando un desplazamiento de 15.51 cm y un cortante basal de 702.33 ton; en esta dirección, no solo cumple, sino que supera los objetivos del ATC-40, alcanzando el nivel "operacional" para un sismo de servicio (SS) y "ocupación inmediata" tanto para un sismo de diseño (SD) como para un sismo máximo (SM), lo cual es similar a lo reportado por Llocle (2021). Este buen desempeño en la dirección Y también coincide con lo observado por Davalos & Huanca (2023) en el hospital de Chiclayo, donde se obtendrá un comportamiento operativo para sismos frecuentes y severos con daños limitados. Además, presenta un mejor rendimiento sísmico en comparación con el bloque 2 de la IE N° 40230, analizado por Condori & Vilca (2022), que no cumplió con los límites de entrepiso y alcanzó un nivel de desempeño "Cerca al colapso" en X.

El módulo 2 en X cumple parcialmente con los objetivos de desempeño, esta muestra una buena capacidad estructural frente a sismos máximos. En contraste, el módulo 2 en Y cumple con los objetivos de desempeño y muestra una buena capacidad estructural frente a sismos máximos, superando las expectativas de la norma. Este comportamiento heterogéneo está relacionado con la asimetría del edificio,

considerando que presenta irregularidades, tal como, argumenta Vielma-Quintero et al. (2024). Hasibuan et al. (2023) también, destaca que, una edificación con irregularidades verticales o horizontales tiene mayor probabilidad de no cumplir totalmente los objetivos de desempeño en la dirección donde se presente la falla, tal como, se ha dado el caso en la investigación. En la dirección X, el módulo 2 alcanzó la capacidad última con un desplazamiento de 17.35 cm y un cortante basal de 569.68 ton, semejante a Kuria & Kegyes-Brassai (2023) donde encontraron desplazamientos significativamente mayores en una dirección. El módulo 2 en X cumple parcialmente con los objetivos de desempeño del ATC-40 para edificaciones esenciales. Para un sismo de servicio (SS) se alcanza un nivel de desempeño de "ocupación inmediata", mientras que la norma establece el nivel "operacional", mientras que, para el resto de los sismos se obtiene el nivel de seguridad de vida, con algunos daños operativos como, detalla Zevallos (2023). Así mismo, Torres (2023) argumenta que, edificaciones con irregularidades estructurales como estas pueden presentar formación de rótulas y puntos de colapso en muros, placas y/o columnas, pero no en vigas, tal como, en el estudio los puntos de colapso se han dado en las placas del módulo.

En la dirección Y, el módulo 2 de Contabilidad alcanzó la capacidad última con un desplazamiento de 12.24 cm y un cortante basal de 559.59 ton. En esta dirección, el módulo 2 cumple con los objetivos de desempeño del ATC-40. Para un sismo de servicio (SS) se alcanza el nivel de desempeño "operacional", tal como

sugiere la normatividad. Para un sismo de diseño (SD) se alcanza el nivel de "ocupación inmediata", cumpliendo con la norma ATC-40. Finalmente, para un sismo máximo (SM) se alcanza el nivel de "ocupación inmediata", superando las expectativas de la norma.

El módulo 3 de la Escuela de Contabilidad muestra un desempeño estructural adecuado en X, cumpliendo con los objetivos de desempeño del ATC-40 para edificaciones esenciales. En esta dirección, alcanzó una capacidad última de 17.55 cm de desplazamiento y un cortante basal de 831.09 ton. Para un sismo de servicio (SS), se obtuvo un nivel de desempeño "operacional", mientras que para un sismo de diseño (SD) se alcanzó el nivel de "ocupación inmediata", cumpliendo con la norma. En el caso de un sismo máximo (SM), el módulo logró el nivel de "seguridad de vida", lo que se alinea con las expectativas normativas. En contraste, en Y, el módulo 3 mostró un desempeño parcial, alcanzando una capacidad última de 20.32 cm de desplazamiento y un cortante basal de 705.67 ton. Aunque para un sismo máximo (SM) el módulo cumplió con el nivel de "seguridad de vida", para un sismo de servicio (SS) solo alcanzó el nivel de "ocupación inmediata", mientras que la norma establece el nivel "operacional". De manera similar, para un sismo de diseño (SD) se alcanzó el nivel de "seguridad de vida", cuando la norma sugiere "ocupación inmediata". Este comportamiento es comparable al encontrado por Llocle (2021) en el colegio "coronel Ladislao Espinar" de Cusco, donde se obtuvo un desempeño "operacional" en el sentido longitudinal y "ocupación inmediata" en el transversal.

Además, presenta una situación similar a la reportada por Valdivia (2024) en el bloque 2 y 4 del "Mercado Zonal Sur" de Cajamarca, donde no se cumplieron con los requisitos de desempeño en Y.

El módulo 4 de la Escuela de Contabilidad demuestra un excelente desempeño estructural tanto en X como en Y, cumpliendo con los objetivos de desempeño de la norma ATC-40 para edificaciones esenciales y superando las expectativas en algunos casos. En la dirección X, alcanzó una capacidad última de 25.21 cm de desplazamiento y un cortante basal de 108.42 ton. Para un sismo de servicio (SS), el nivel de desempeño fue "operacional", mientras que para un sismo de diseño (SD) y un sismo máximo (SM), se logró el nivel de "ocupación inmediata", superando las expectativas normativas. De manera similar, en Y, con un desplazamiento de 5.647 cm y un cortante basal de 72.38 ton, el módulo también cumplió con los niveles de "operacional" para un SS y "ocupación inmediata" para un SD y SM. Este comportamiento refleja lo encontrado por Chilón (2024) en su análisis del edificio "Mercado Porcón" en Cajamarca, donde se comprobó que cumplió con el desempeño en ambas direcciones, destacando una respuesta sísmica adecuada frente a sismos de diferentes intensidades.

## CONCLUSIONES

El nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH cumple con los objetivos de desempeño establecidos por el ATC-40.

El análisis estructural reveló que los módulos 1 y 3 son regulares en planta y elevación,

Colunche, Guevara y Chávez (2025). Nivel de desempeño...

entre tanto, el módulo 2 tiene esquinas entrantes (irregular en planta) y el módulo 4 presenta torsión en planta, sin embargo, ambos son regulares en elevación. Estas irregularidades en los módulos 2 y 4 requieren evaluación para garantizar su seguridad sísmica.

El desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) de la UNACH cumple con la norma E.030 tras la aplicación de coeficientes de amplificación en los módulos 1, 3 y 4, debido a cortantes dinámicos menores al 80% del estático. El módulo 2 no requirió ajustes adicionales. Los desplazamientos y derivas relativas se mantuvieron dentro de los límites normativos, asegurando un comportamiento estructural estable.

3.- El análisis del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad bajo cargas estáticas no lineales muestra que los módulos cumplen con los requisitos de desempeño sísmico de la norma ATC-40:1996.

### Agradecimientos

Agradecemos sinceramente a la comisión organizadora de la "Universidad Nacional Autónoma de Chota", así como al director Académico de la "Escuela Profesional de Contabilidad", por facilitarnos el acceso a los pabellones de contabilidad, donde se llevó a cabo los estudios preliminares de mecánica de suelos y las pruebas de esclerometría, elementos clave en el desarrollo de esta investigación.

Nuestra sincera gratitud a la "Escuela Profesional de Ingeniería Civil", que nos permitió el uso de sus laboratorios, espacios

donde se pudo realizar los ensayos básicos necesarios para la validación de la hipótesis.

### Financiamiento

La investigación que se presentó fue financiada exclusivamente por los tesisistas.

### Conflicto de intereses

No existe ningún tipo de interés con los contenidos del artículo científico.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-Elhamed, A., Mahmoud, S., & Alotaibi, K. S. (2023). Nonlinear analysis of reinforced concrete buildings with different heights and floor systems. *Scientific Reports*, 13(1), 14949. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-023-41656-7>
- Acevedo, I. (2002). Aspectos éticos en la investigación científica. *Ciencia y enfermería*, 8(1), 1-5. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95532002000100003>
- Ademi, F., & Jakupi, E. (2022). Assessment of the seismic behavior of reinforced concrete frame structures using nonlinear static pushover analysis. *Journal of Applied Sciences-SUT (JAS-SUT)*, 8. <https://doi.org/https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/1630027>
- Aki, K., & Richards, P. (2009). *Quantitative Seismology*. Cambridge University, 118(2). <https://doi.org/10.1017/S0016756800034439>
- Altamirano, R. (2021). Desempeño sismorresistente del pabellón "D" de

- educación secundaria de la Institución Educativa de San Ramón-Cajamarca. [Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Antonio, K. F. (2023). Análisis del desempeño estructural del bloque 1 de las aulas comunes de la unasam, mediante el análisis estático no lineal-PUSHOVER. [Tesis de grado, Univesidad Nacional Santiago Antúñez de Mayolo].
- Applied Technology Council (ATC). (1996). Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings.
- ATC-40. (1996). Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings volume 1. Applied Technology Council (ATC). <http://tanbakoochi.com/File/www.tanbakoochi.com-ATC40.pdf>
- Borja, M. A. (2019). Correlación entre la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo de esclerometría para muestras de concreto en el departamento de Lambayeque. [Tesis de grado, Universidad Naciona Pedro Ruiz Gallo].<https://hdl.handle.net/20.500.12893/5761>  
<https://hdl.handle.net/20.500.12893/5761>
- Cabrera, E. T. (2022). Evaluación del comportamiento estructural con disipadores de energía de fluido viscoso del edificio de enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Cattari, S., & Magenes, G. (2022). Benchmarking the software packages to model and assess the seismic response of unreinforced masonry existing buildings through nonlinear static analyses. Bulletin of Earthquake Engineering, 20(4), 1901-1936. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10518-021-01078-0>
- Centurion, M. (2021). Desempeño Sismorresistente del pabellón "D" de educación secuandaria de La Instutición Educativa de San Ramon-Cajamarca . [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Chilón, R. (2024). Desempeño sísmico del edificio "Mercado Porcón" del centro poblado Porcón Alto, distrito de Cajamarca. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Condori, R. W., & Vilca, A. J. (2022). Evaluación del desempeño estructural aplicando un análisis estático no lineal (pushover) en la I. E. N.º 40230 San Antonio del Pedregal Majes - Caylloma - Arequipa. [Tesis de grado, Universidad Continental].
- Cumpa, J., & Quispe, B. H. (2019). Evaluación del desempeño sismorresistente de la Institución Educativa N° 50217 de la comunidad Umachurco-San Salvador, aplicando el método de análisis estático no lineal de cedencia sucesiva (pushover). Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Andina del Cusco]. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/2885>.

- Das, B. M. (2015). Fundamentos de ingeniería geotécnica (Cuarta edición ed.). Cengage Learning.
- Davalos, Y. L., & Huanca, E. V. (2023). Estudio de desempeño sísmico del hospital de Chiclayo frente a un evento sísmico frecuente, severo y máximo, empleando un análisis estático no lineal Pushover. [Tesis de grado, Universidad Peruanas de Ciencias Aplicadas].
- Expediente técnico del pabellón de Contabilidad. (2013). Planos arquitectónicos y estructurales del edificio de Contabilidad. Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH).
- FEMA 356. (2000). Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings. Federal Emergency Management Agency.
- Fernández, R. (2022). Evaluación del desempeño sismorresistente mediante el método no lineal estático pushover del edificio de ingeniería civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Fuentes, N. F. (2018). Desempeño sísmico de un edificio de cinco niveles de concreto armado mediante el análisis estático no lineal PUSHOVER. [Tesis de grado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2191>. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2191>
- García, R. H., & Pinzón, P. L. (2022). Evaluación estructural del desempeño sísmico de una edificación de 18 niveles ubicado en la ciudad de Manta, mediante el Análisis no Lineal, [Trabajo de Titulación, universidad de Guayaquil]. Repositorio Universidad de Guayaquil, Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/revdug/60517>
- Gaxiola, R. (2022). Diseño Sísmico basado en desempeño - Revisión de una filosofía alternativa de diseño. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica. <https://www.researchgate.net/publication/361040717>
- Gonzales, C. A. (2010). Análisis estático no lineal (pushover) de estructura aporticada de hormigón armado con diferentes grados de ductilidad. Aplicando la norma sismorresistente Colombiana 2010 (NSR-10). [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Valencia].
- Grajales, T. (2000). Tipos de investigación. Efaind. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cmappublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf
- Hasibuan, S., Ma'arif, F., & Praja, B. (2023). Non-Linear Behavior of Reinforced Concrete Frame Structure with Vertical Irregularities. International Journal of Innovative Research in Computer Science and Technology, 11(1), 45-51.

- <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.55524/ijircst.2023.11.1.10>
- INACAL. (2017). NTP 339.171. Suelos. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición. INACAL.
- INACAL. (2019). NTP 339.127. Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Ed. INACAL.
- INACAL. (2019). NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Ed. INACAL.
- INACAL. (07 de diciembre de 2020). NTP 339.181 CONCRETO. Determinación del número de rebote del concreto endurecido. Método de ensayo. 3a Ed. Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- Instituto Nacional de la Calidad, INACAL. (2019). NTP 339.127. Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Ed. INACAL.
- Janićijević, M., Milosevic, B., Mihajlović, S., Bojkovic, J., & Marinkovic, S. (2023). Nonlinear static "pushover" analysis of multi-storey reinforced concrete building. [Tesis de grado, University of Kragujevac]. <https://doi.org/https://scidar.kg.ac.rs/handle/123456789/19212>
- Kalkan, E., & Chopra, A. (01 de November de 2012). Evaluation of Modal Pushover-Based Scaling of One Component of Ground Motion: Tall Buildings. Earthquake Engineering Research Institute, 28(4), 1469-1493. <https://doi.org/https://doi.org/10.1193/1.4000091>
- Kuria, K., & Kegyes-Brassai, O. K. (2023). Nonlinear Static Analysis for Seismic Evaluation of Existing RC Hospital Building. Applied Sciences, 13(21), 11626. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app132111626>
- Linares, J. F. (2022). Evaluación del Desempeño Sísmico con el Método Estático No Lineal Pushover de un edificio de 3 niveles en la ciudad de Cajamarca. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo].
- Llocle, A. (2021). Evaluación de desempeño estructural utilizando Análisis Estático no lineal (Pushover) del bloque del nivel secundario del colegio Emblemático Ladislao Espinar ubicado en la ciudad de Espinar-Cusco. [Tesis de grado, Universidad Peruana Unión].
- Llontop, G. X. (2023). Optimización del diseño estructural utilizando análisis estático no lineal pushover en la I.E. San Carlos -Monsefú. [Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].
- Loa, G. J. (2017). Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- Lobo, G. (2005). Niveles, condiciones, objetivos y modalidades del diseño sismorresistente basado en

- desempeño. Boletín Técnico, 43(3).  
[https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0376-723X2005000300001](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-723X2005000300001)
- Lorito, S., Romano, F., & Lay, T. (2022). Tsunamigenic major and great earthquakes (2004–2013): source processes inverted from seismic, geodetic, and sea-level data. Complexity in Tsunamis, Volcanoes, and their Hazards, 1, 247-298.  
[https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1705-2\\_641](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1705-2_641)
- Luque, O. M. (2020). Niveles de desempeño sísmico del edificio de ciencias físico matemáticas, según las normas E. 030, FEMA 440 y ASCE 41. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional del Altiplano].  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/16756>
- Meza, A. E. (2018). Desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal Pushover de la IE JCM N° 2048–Pabellón “G”–Comas–2017. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].<https://hdl.handle.net/20.500.12692/26637>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (24 de Enero de 2018). Norma E.030. Reglamento Nacional de Edificaciones. MVCS.  
<https://museos.cultura.pe/sites/default/files/item/archivo/Norma%20t%C3%A9cnica%20E.030%20Dise%C3%B1o%20sismorresistente.pdf>
- Mires, N. Y. (2019). Desempeño sismorresistente de la institución educativa técnica Rafael Loayza Guevara utilizando el método Pushover y propuesta de mejora. [tesis de grado, Universidad Privada del Norte].<https://hdl.handle.net/11537/22304>  
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22304/Mires%20Acu%20b1a%20Neyder%20Yosmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno-Zulca, P. A., Llanes-Cedeño, E. A., Guaña-Fernández, W. V., & Jima-Matailo, J. C. (2020). Análisis estructural de un bus por el método de elementos finitos. Polo del conocimiento, 5(1), 199-837.  
<https://doi.org/DOI:10.23857/pc.v5i01.1265>
- MPCH. (2018). Plan de desarrollo urbano PDU 2017-2027 Chota. Municipalidad Provincial de Chota (MPCH).
- MVCS. (2006). E.020 Cargas. En Minsiterio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones (págs. 1-8). Instituto de la Construcción y Gerencia.  
[https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/RNE2006\\_E\\_020.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_020.pdf)
- MVCS. (2006). E.020 Cargas. En M. d. (MVCS), Reglamento Nacional de Edificaciones (págs. 1-8). Instituto de la Construcción y Gerencia.  
[https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/RNE2006\\_E\\_020.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_020.pdf)

- MVCS. (2009). Norma E.060 Concreto armado. En C. y. Ministerio de Vivienda, Reglamento Nacional de Edificaciones (págs. 1-201). Instituto de Construcción y Gerencia (ICG). [https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/RNE2009\\_E\\_060.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2009_E_060.pdf)
- MVCS. (2018). Norma E.030 Diseño sismorresistente. En C. y. Ministerio de Vivienda, Reglamento Nacional de Edificaciones (págs. 1-32 pp.). Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). [https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/2018\\_E\\_030\\_RM-355-2018-VIVIENDA\\_Peruano.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E_030_RM-355-2018-VIVIENDA_Peruano.pdf)
- MVCS. (2018). Norma E.030 Diseño sismorresistente. En C. y. Ministerio de Vivienda, Reglamento Nacional de Edificaciones (págs. 1-32 pp.). Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). [https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/2018\\_E\\_030\\_RM-355-2018-VIVIENDA\\_Peruano.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E_030_RM-355-2018-VIVIENDA_Peruano.pdf)
- Ñaupas, R. L. (2018). Determinación del tensor de momento sísmico para grandes sismos en el Perú desde 1997–2017. [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/15493/Naupas\\_mr.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/15493/Naupas_mr.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ortiz, R. (2021). Modelamiento estructural para determinar la confiabilidad del diseño de una edificación de tres niveles. [Tesis de grado: Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62868>
- Palacios, J., Díaz, M., & Morales, J. (2019). Analysis of structural performance of existing RC building designated as tsunami evacuation shelter in case of earthquake-tsunami scenarios in Lima city. *Tecnia*, 29(2). <http://dx.doi.org/10.21754/tecnia.v29i2.704>
- Paredes, M. A. (2024). Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal pushover. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
- Reyes, J., Riaño, A., Kalkan, E., & Arango, C. (2015). Extending modal pushover-based scaling procedure for nonlinear response history analysis of multi-story unsymmetric-plan buildings. *Engineering Structures*, 125-137. <https://quakelogic.net/Pubs/109.pdf>
- Robles, A. M. (2018). Evaluación del desempeño sismorresistente de la estructura del pabellón b de la institución educativa Ernesto Diez Canseco, Yanahuanca–Pasco–2018. [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/461>

Colunche, Guevara y Chávez (2025). Nivel de desempeño...

- <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/461>
- Rolim, A. (26 de agosto de 2020). AULA 5 - Carregamento das estruturas de concreto. portal Concreto Armado : <https://www.concretoarmado.org/post/aula-5-carregamento-das-estruturas-de-concreto>
- Schumacker, R., & Lomax, R. (2016). StructuralEquation Modeling. <https://www.routledge.com/A-Beginners-Guide-to-Structural-Equation-Modeling/Whittaker-Schumacker/p/book/9780367477967>
- SEAOC. (1995). Conceptual framework for performance based seismic engineering of buildings. Vision 2000 Committee and California Office of Emergency Services, Sacramento, USA.
- Shehú, R. (2021). Implementation of pushover analysis for seismic assessment of masonry towers: Issues and practical recommendations. Buildings, 11(2), 71.
- Shinde, A., & Chaturvedi, R. (2022). Behavior of RC Flat Slab Buildings Using Nonlinear Static Analysis. Journal of Structural Technology, 7(1), 16-23. <http://matjournals.co.in/index.php/JOST/article/view/109>
- Sotil, A. J., & Zegarra, J. E. (2015). Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero wirand® ff3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido, [Tesis de grado, UPC]. Repositorio Academico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581616>
- Sullivan, T. J., Saborio, D. O., Reilly, G. J., Welch, D. P., & Landi, L. (2021). Simplified pushover analysis of moment resisting frame structures. Journal of Earthquake Engineering, 25(4), 621-648.
- Ticona, E. G., & Escobar, J. M. (2019). Eficacia de un programa educativo en el nivel de conocimiento sobre medidas preventivas ante un evento sísmico en personal de enfermería del Centro de Salud La Esperanza, Tacna 2018. [Tesis de grado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3707>.
- Torres, F. A. (2023). Desplazamientos laterales en edificaciones de cinco niveles para el sistema estructural aporticado y muros portantes, ciudad de Jaén. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén].
- Urteaga, W. M. (2019). Nivel de desempeño sísmico del edificio N° 01 de la institución educativa San Ramón (anexo Chontapaccha) considerando la interacción suelo estructura. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Valdivia, L. K. (2024). Nivel de desempeño sísmico de los bloques 2 y 4 del Mercado Zonal Sur de Cajamarca. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Vega, G. (2020). Evaluación del desempeño sísmico mediante el análisis estático no lineal, vivienda-comercio Miura

- Grill, Chiclayo. [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán]. <https://doi.org/https://doi.org/10.26495/icti.v6i2.1185>
- Vega, G. (2020). Simulación de colapso mediante el análisis estático no lineal, vivienda comercio Miura Grill, Chiclayo. [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán].
- Vielma-Quintero, J. C., Diaz-Segura, E. G., & Vielma, J. C. (2024). Influence of the Plan Structural Symmetry on the Non-Linear Seismic Response of Framed Reinforced Concrete Buildings. *Symmetry*, 16(3), 370. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/sym16030370>
- Villegas, M. A. (2019). Aplicación de Redes Neuronales para la Predicción de la Resistencia a la Compresión del Concreto Según el Ensayo de Esclerometría. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/626504>. [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626504/VillegasE\\_M.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626504/VillegasE_M.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Zevallos, T. M. (2023). Análisis comparativo del desempeño sísmico de un edificio de acero y concreto armado mediante el análisis estático no lineal, en Lima. [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma].

### Contribución de autoría

Concepción y elaboración del manuscrito: Jhimy Colunche Regalado y Alexander Guevara Irigoin

Análisis de datos: Elmer Natividad Chávez Vásquez.

Recibido: 2-01-2025 Aceptado: 7-08-2025  
Publicado: 8-08-2025

---

## Diseño de techos verdes para viviendas en el sector cuatro de la ciudad de Chota, Cajamarca

Green roof design for homes in Sector 4 of Chota, Cajamarca

Flor E. Oblitas Huaman<sup>1\*</sup> , Neysi Rodríguez Fernández  Carmen R. Cárdenas Rosales 

---

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Ciudad Universitaria Colpamatara, 06120, Chota, Cajamarca, Perú.

\*Autor de correspondencia [email: crcardenasr@unach.edu.pe]

### RESUMEN

El objetivo en este estudio fue proponer un diseño de techos verdes para viviendas en el sector 4 de la ciudad de Chota en Cajamarca. Los techos verdes se constituyen en una herramienta ecológica, usadas para mejorar el hábitat; se utilizan como sistemas auxiliares en el desempeño térmico de las viviendas, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la población (Cortés Sosa, 2019). Se empleó una metodología descriptiva, con un enfoque metodológico cuantitativo para evaluar y analizar la influencia de la variable independiente "techos verdes" sobre la variable dependiente "viviendas sostenibles", aplicando un proceso ordenado cuantificable seleccionando tres viviendas para su evaluación estructural adicionando carga de techo verde. Los resultados indican que las edificaciones del sector 4 de la ciudad de Chota tienen área disponible mayor al 50% del total para implementar esta propuesta, sin embargo, no están diseñadas para soportar el peso adicional de techos verdes (200 kg/m<sup>2</sup>), dado que, las derivas obtenidas de la vivienda 1, vivienda 2 y vivienda 3 superan el límite de 0.007 que establece la norma E.030. Por lo tanto, se planteó una vivienda con un techo verde extensivo, de acuerdo con en el Reglamento Nacional de Edificaciones, con un costo de S/. 74.82 por m<sup>2</sup>. Se concluye que, las condiciones de las cubiertas de las viviendas del sector 4 de la ciudad de Chota permiten diseñar la parte estructural de los techos verdes y por consiguiente lograr viviendas sostenibles; dado que los resultados garantizan las condiciones técnicas y financieras necesarias para la adecuada instalación de este proyecto.

*Palabras clave:* edificación, evaluación, sostenible, estructural, herramienta, proceso.

### ABSTRACT

The objective of this study was to propose a green roof design for homes in Sector 4 of the city of Chota, Cajamarca. Green roofs are an ecological tool used to improve habitats;

they are used as auxiliary systems for the thermal performance of homes, contributing to improving the quality of life of the population (Cortés Sosa, 2019). A descriptive methodology was used, with a quantitative methodological approach to evaluate and analyze the influence of the independent variable "green roofs" on the dependent variable "sustainable housing", applying a quantifiable ordered process by selecting three homes for structural evaluation by adding green roof load. The results indicate that the buildings in sector 4 of the city of Chota have available area greater than 50% of the total to implement this proposal, however, they are not designed to support the additional weight of green roofs (200 kg/m<sup>2</sup>), given that the drifts obtained from house 1, house 2 and house 3 exceed the limit of 0.007 established by standard E.030.

Therefore, a house with an extensive green roof was proposed, in accordance with the National Building Regulations, at a cost of S/. 74.82 per m<sup>2</sup>. It is concluded that the conditions of the roofs of the houses in Sector 4 of the city of Chota allow for the design of the structural components of the green roofs and, consequently, achieve sustainable housing; the results guarantee the technical and financial conditions necessary for the proper installation of this project.

Keywords: building, evaluation, sustainable, structural, tool, process.

## INTRODUCCIÓN

Los techos verdes representan una gran oportunidad para darle un uso adicional a las azoteas y fomentar la construcción de infraestructura sostenible y amigable con el medio ambiente. Las áreas verdes pueden estar ubicados sobre el terreno natural, en las jardineras, y en los techos o muros de la edificación (Ministerio de Vivienda y Construcción, 2021); ayudan a reducir las concentraciones de CO<sub>2</sub> (Sotelo, 2022) dado que, cumplen una función ecológica, porque mejoran en el ecosistema (Toj, 2016).

El sector construcción produjo 38% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> (ONU, 2020). En Perú, los techos verdes están creciendo lentamente. Sin embargo, algunos municipios han emitido ordenanzas que promueven la construcción de edificaciones

sustentables, incluyendo techos verdes a través de importantes medidas de incentivo que ayudarán a la implementación de los techos verdes (Haaker, 2020).

En los últimos años se ha visto que la ciudad de Chota, va creciendo y la mayoría de las construcciones están cubiertas de cemento y asfalto, y lo más probable es que se siga reduciendo los espacios verdes (MPCH, 2018), frente a esta problemática se plantea una propuesta de diseño de techos verdes ya que son sistemas que agregan un valor añadido al sector construcción, al crear edificios sostenibles, atractivos y con espacios útiles. También permiten recuperar los espacios verdes que son eliminados debido a la expansión urbana y contribuyen positivamente con la

mejora del ambiente porque mitigan los niveles de contaminación de la ciudad. En ese contexto, el objetivo en esta investigación fue proponer un diseño de techos verdes para lograr viviendas sostenibles en el sector 4 de la ciudad de Chota.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

El estudio se realizó en el sector 4 de la ciudad de Chota, provincia de Chota, región de Cajamarca, delimitado por la Av. Paseo San Mateo, Jr. Francisco Estela, Jr. Adriano Novoa, Jr. Francisco

Cadenillas y Av. Inca Garcilaso de la Vega. Con un Total de 45 Manzanas, presenta una trama heterogénea de calles semiortogonales, Cuenta con un área de 57.66 hectáreas. Geográficamente está ubicado en la Zona 17 en las coordenadas UTM WGS84 17S, 759368 E y 9278578 N y a 2340 m.s.n.m. Según el Senamhi (2024), el clima de la ciudad de Chota es templado, con una temperatura promedio anual que varía entre los 7 °C y 22 °C. Presenta veranos cómodos y nublados, e inviernos frescos, secos y parcialmente nublados. (Figura 1).

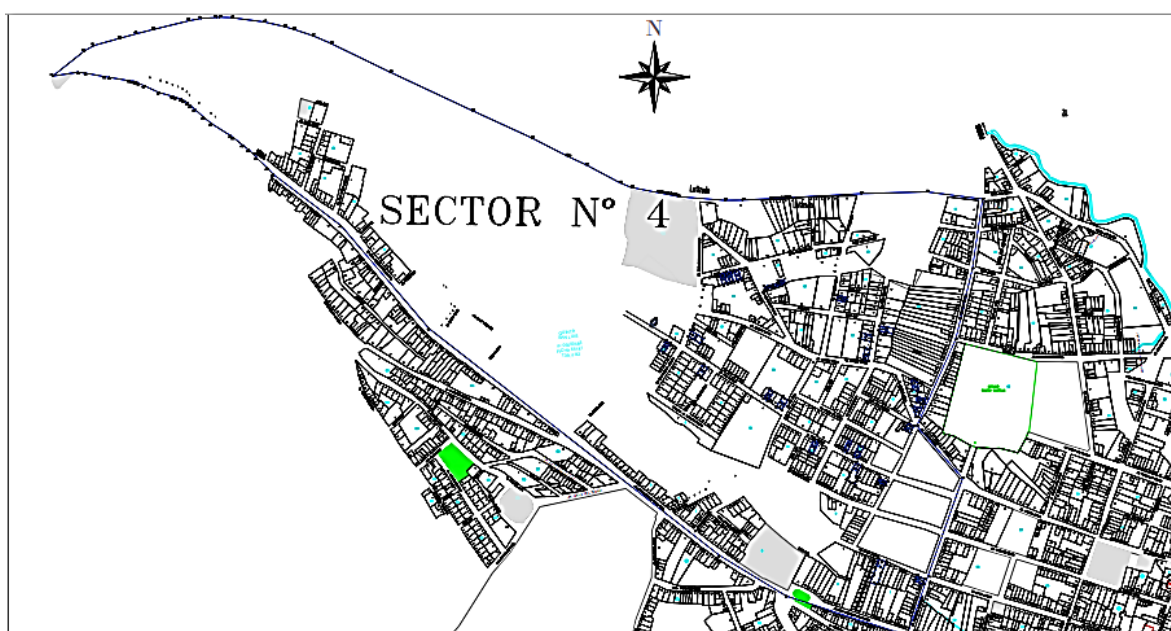


Figura 1. Ubicación y delimitación del sector 4 en Chota, Cajamarca.

### Diseño estadístico

El diseño de investigación es de tipo no experimental, descriptivo, de corte transversal, donde se ha realizado la evaluación estructural de las viviendas para verificar si es que cumplen o no con los parámetros estipulados en el

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). La selección de la muestra, se dividió en dos grupos:

Muestra 1: Se empleó un muestreo probabilístico, para la realización de la encuesta con los pobladores del sector para obtener la información necesaria

para desarrollar la investigación, para ello se utilizó la siguiente ecuación (1)

$$n = \frac{NZ^2*PQ}{(N-1)d^2+Z^2*PQ} \quad 1$$

Donde:

N = Total de la población (156), Z = 1.645 al cuadrado (si la seguridad es del 90 %), P= Proporción esperada (en este caso 10 % = 0.10), Q = 1 - P (en este caso 1 - 0.10 = 0.90), d = Precisión (10 %). El tamaño de la muestra constó de 22 viviendas, realizándose una encuesta al propietario de cada vivienda para conocer el nivel de aceptación y conocimiento del tema en estudio.

Muestra 2: Para el diseño de techos verdes el muestreo fue por conveniencia, considerándose como criterio de inclusión las viviendas de tres a más niveles construidos. De las 826 viviendas en el sector 4 de la ciudad de Chota, solo tres viviendas cumplían con los tres niveles construidos. De dicha muestra se obtuvo las características de las edificaciones y las consideraciones con que han sido diseñadas.

## Colecta de datos

### Aplicación de la encuesta

La colecta de los datos por medio de un cuestionario que tubo ocho preguntas de las cuales, dos se registraron de forma visual a través de la observación (material del techo de la vivienda y número de pisos del edificio), mientras que, las preguntas restantes fueron contestadas por los propietarios o algún ocupante de las viviendas encuestadas del sector 4 ciudad de Chota. Este cuestionario ha sido elaborado y adaptado en base a

investigaciones que están debidamente validadas por expertos en el tema de investigación, lo cual se puede corroborar en la tesis de Salas (2017) y también la tesis presentada por Muñoz (2021).

## Elaboración de fichas técnicas y análisis estructural

Teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión se realizó la visita e inspección del sector 4 de la ciudad de Chota, identificando las viviendas que presenten las características adecuadas para realizar la investigación, se solicitó a los propietarios de las viviendas los planos (arquitectura y estructuras) para efectuar su evaluación estructural y análisis sísmico.

Se recopiló los planos de tres viviendas (una vivienda de 4 pisos más azotea, la vivienda 2 de 3 pisos más azotea, vivienda 3 de 3 pisos más azotea) de los cuales se obtuvo las características para llenar las fichas técnicas. Entre las características de la edificación se recopiló (área de lote, área construida, área sin construir, área de la vivienda y azotea), características de los materiales, sistema constructivo, estado de conservación de la vivienda y las consideraciones con que han sido diseñadas (dimensiones de columnas y vigas, material y espesor de la losa, y pendiente del techo).

## Modelamiento estructural

Para realizar el análisis sísmico de las viviendas se realizó el modelamiento estructural en el software Etabs con un

comportamiento lineal y elástico, los modelos se analizaron considerando solo los elementos estructurales, los no estructurales se ingresó en el modelo como cargas (Tabla 1). En el software se

definió el modelo; las propiedades de los materiales; las secciones de los elementos estructurales como columnas, vigas y losas de acuerdo a la información detallada que presentan los planos.

**Tabla 1.** Cargas empleadas en el modelo estructural de las viviendas evaluadas en el Sector 4, ciudad de Chota, Cajamarca

| Pisos                | Descripción         | Cant./m <sup>2</sup> | Peso unitario (Kg) | Peso por m <sup>2</sup> | Carga parcial (kg/m <sup>2</sup> ) | Carga total (kg/m <sup>2</sup> ) |
|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Pisos intermedios    | Carga muerta        |                      |                    |                         |                                    |                                  |
|                      | Acabados            | 1.00                 |                    | 100.00                  | 100.00                             |                                  |
|                      | Ladrillo 30x30x15cm | 8.33                 | 9.00               |                         | 75.00                              | 200.00                           |
|                      | Cielo Razo          | 1.00                 |                    | 25.00                   | 25.00                              |                                  |
|                      | Carga viva          |                      |                    |                         |                                    |                                  |
|                      | Pasadizo            | 1.00                 |                    | 200.00                  | 200.00                             | 200.00                           |
| Último piso (Azotea) | Carga muerta        |                      |                    |                         |                                    |                                  |
|                      | Ladrillo 30x30x15cm | 8.3                  | 9.0                |                         | 75.0                               |                                  |
|                      | Cielo Razo          | 1.0                  |                    | 25.0                    | 25.0                               | 300.0                            |
|                      | Techo verde         | 1.0                  |                    | 200.0                   | 200.0                              |                                  |
|                      | Carga viva          |                      |                    |                         |                                    |                                  |
|                      | Techos horizontales | 1.0                  |                    | 100.0                   | 100.0                              | 100.0                            |
| Escaleras            | Carga muerta        |                      |                    |                         |                                    |                                  |
|                      | Acabados            | 1.00                 |                    | 100.00                  | 100.00                             | 100.00                           |
|                      | Carga viva          |                      |                    |                         |                                    |                                  |
|                      | Escaleras           | 1.00                 |                    | 200.00                  | 200.00                             | 200.00                           |

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**  
**Encuesta realizada a través de un cuestionario**

Las encuestas aplicadas a los propietarios de las 24 viviendas del sector 4 de la ciudad de Chota, determinó que el 46% tienen vivienda propia (residen 4 a más personas), el

62% el material del techo es calamina, el 50% de las viviendas son de 3 pisos, el 54% lo utiliza para otros usos (lavandería y la mayoría de espacio queda vacío) y el 92% desconoce de la tecnología de techos verdes. Luego de conocer los propietarios u ocupantes la idea del proyecto, el 92% indicaron que están de

acuerdo en instalar un techo verde, ya que en la actualidad la mayoría de espacio en su azotea queda libre y sería una oportunidad instalar vegetación en su techo para que mejore las condiciones de vida y el medio ambiente. El 79% de las personas indicaron que al instalar un techo verde generaría beneficios.

#### Ficha técnica de investigación

Los resultados obtenidos en las fichas técnicas de las viviendas evaluadas indican que el área libre de la vivienda N° 1 es de 165.17 m<sup>2</sup> que representa el 88.62% del total, vivienda N° 2 cuenta con un área libre de 63.305 m<sup>2</sup> que equivale a 85.12% del total, vivienda N° 3

un área libre de 101.71 m<sup>2</sup> que representa el 87.48% del total.

#### Análisis sísmico de las viviendas existentes

Se puede apreciar las derivas de la vivienda 1 (Tabla 2), derivas de la vivienda 2 (Tabla 3), derivas de la vivienda 3 (Tabla 4), estas viviendas analizadas no soportan la carga adicional de 200 kg/m<sup>2</sup> del techo verde por lo que no cumplen con el límite máximo para desplazamientos de estructuras de concreto establecidos en la norma Diseño sismorresistente E.030, debido que superan el límite de 0.007.

**Tabla 2.** Derivas de la vivienda 01 con techo verde en dirección X, Y

| Piso                           | Output case | Deriva elástica | Deriva inelástica | Límite | Validación |
|--------------------------------|-------------|-----------------|-------------------|--------|------------|
| Derivas máximas en dirección X |             |                 |                   |        |            |
| Techo                          | SDx         | 0.000603        | 0.003618          | 0.007  | Cumple     |
| Azotea                         | SDx         | 0.000838        | 0.005028          | 0.007  | Cumple     |
| Piso 4                         | SDx         | 0.001030        | 0.006180          | 0.007  | Cumple     |
| Piso 3                         | SDx         | 0.001455        | 0.008730          | 0.007  | No cumple  |
| Piso 2                         | SDx         | 0.002043        | 0.012258          | 0.007  | No cumple  |
| Piso 1                         | SDx         | 0.003110        | 0.018660          | 0.007  | No cumple  |
| Derivas máximas en dirección Y |             |                 |                   |        |            |
| Techo                          | SDy         | 0.000943        | 0.005658          | 0.007  | Cumple     |
| Azotea                         | SDy         | 0.000819        | 0.004914          | 0.007  | Cumple     |
| Piso 4                         | SDy         | 0.001091        | 0.006546          | 0.007  | Cumple     |
| Piso 3                         | SDy         | 0.001537        | 0.009222          | 0.007  | No cumple  |
| Piso 2                         | SDy         | 0.002118        | 0.012708          | 0.007  | No cumple  |
| Piso 1                         | SDy         | 0.002364        | 0.014184          | 0.007  | No cumple  |

**Tabla 3.** Derivas de la vivienda 2 con techo verde en dirección X, Y

| Piso                           | Output Case | Deriva Elástica | Deriva Inelástica | Límite | Validación |
|--------------------------------|-------------|-----------------|-------------------|--------|------------|
| Derivas máximas en dirección X |             |                 |                   |        |            |
| Azotea                         | SDx         | 0.001282        | 0.007692          | 0.007  | No cumple  |
| Piso 3                         | SDx         | 0.002463        | 0.014778          | 0.007  | No cumple  |
| Piso 2                         | SDx         | 0.003030        | 0.018180          | 0.007  | No cumple  |
| Piso 1                         | SDx         | 0.002828        | 0.016968          | 0.007  | No cumple  |
| Derivas máximas en dirección Y |             |                 |                   |        |            |
| Azotea                         | SDy         | 0.000428        | 0.002568          | 0.007  | Cumple     |
| Piso 3                         | SDy         | 0.001455        | 0.008730          | 0.007  | No cumple  |
| Piso 2                         | SDy         | 0.002476        | 0.014856          | 0.007  | No cumple  |
| Piso 1                         | SDy         | 0.002325        | 0.013950          | 0.007  | No cumple  |

**Tabla 4.** Derivas de la vivienda 3 con techo verde en dirección X, Y

| Piso                           | Output Case | Deriva Elástica | Deriva Inelástica | Límite | Validación |
|--------------------------------|-------------|-----------------|-------------------|--------|------------|
| Derivas máximas en dirección X |             |                 |                   |        |            |
| Piso 4                         | SDx         | 0.009900        | 0.059400          | 0.007  | No cumple  |
| Piso 3                         | SDx         | 0.008700        | 0.052200          | 0.007  | No cumple  |
| Piso 2                         | SDx         | 0.021100        | 0.126600          | 0.007  | No cumple  |
| Piso 1                         | SDx         | 0.009700        | 0.058200          | 0.007  | No cumple  |
| Derivas máximas en dirección Y |             |                 |                   |        |            |
| Piso 4                         | SDy         | 0.009530        | 0.057180          | 0.007  | No cumple  |
| Piso 3                         | SDy         | 0.061418        | 0.368508          | 0.007  | No cumple  |
| Piso 2                         | SDy         | 0.007413        | 0.044476          | 0.007  | No cumple  |
| Piso 1                         | SDy         | 0.073930        | 0.443580          | 0.007  | No cumple  |

### Propuesta de una vivienda

Dado que las viviendas analizadas, no cumplen con los parámetros requeridos. Se planteo una edificación de 3 pisos, la altura de entrepiso es 2.80 metros. El área de construcción es de 160 m<sup>2</sup>. El sistema de la estructura son pórticos de concreto armado,

así como los elementos estructurales (Tabla 5), las divisiones internas son tabiques de albañilería y el techo será aligerado.

**Tabla 5.** Dimensiones de los elementos estructurales de vivienda de tres pisos

| Dimensiones de elementos estructurales vivienda propuesta |             |   |
|-----------------------------------------------------------|-------------|---|
| Losa aligerada                                            | 0.20        | m |
| Columna de esquina                                        | 0.25 x 0.40 | m |
| Columna excéntrica                                        | 0.25 x 0.40 | m |
| Columna céntrica                                          | 0.25 x 0.50 | m |
| Viga principal                                            | 0.25 x 0.50 | m |
| Viga secundaria                                           | 0.25 x 0.40 | m |

En la Tabla 6 se muestra el valor de las derivas después de agregar la carga de techo verde (200 kgf/m<sup>2</sup>), verificando

que los valores están dentro del límite establecido según la norma E030.

**Tabla 6.** Desplazamientos laterales de la vivienda propuesta con techo verde en dirección X, Y.

| Piso                           | Output Case | Deriva Elástica | Deriva Inelástica | Límite | Validación |
|--------------------------------|-------------|-----------------|-------------------|--------|------------|
| Derivas máximas en dirección X |             |                 |                   |        |            |
| Piso 3                         | SDx         | 0.000312        | 0.001875          | 0.007  | Cumple     |
| Piso 2                         | SDx         | 0.000550        | 0.003300          | 0.007  | Cumple     |
| Piso 1                         | SDx         | 0.000676        | 0.004059          | 0.007  | Cumple     |
| Derivas máximas en dirección Y |             |                 |                   |        |            |
| Piso 3                         | SDy         | 0.000394        | 0.002365          | 0.007  | Cumple     |
| Piso 2                         | SDy         | 0.000726        | 0.004355          | 0.007  | Cumple     |
| Piso 1                         | SDy         | 0.000911        | 0.005463          | 0.007  | Cumple     |

#### Techo verde extensivo en la vivienda propuesta

En el techo de esta vivienda propuesta se plantea instalar un techo verde extensivo (200 kgf/m<sup>2</sup>) que resulta más

conveniente para la ciudad de Chota en el que se plantea sembrar plantas de autoconsumo para abastecer de productos al propietario como lechuga, rabanito, y cebolla las cuales

proporcionan una dieta saludable y además genera un ambiente saludable (Figura 2).



**Figura 2.** Vivienda propuesta en imagen 3D con techo verde.

La propuesta planteada tiene un área total de 49.91 m<sup>2</sup>, la cual contiene un área verde de 39.62 m<sup>2</sup> y se divide en espacios de 2.47 x 2.19 m, 5.59 x 2.79 m, y 2.12 x 8.79 m. del área total, 20.56 m<sup>2</sup> comprende tres áreas internas para cultivos: rabanito (1.65 x 1.35 m), cebolla (4.80 x 1.80 m), y lechuga (1.25 x 7.75 m)

y 19.07 m<sup>2</sup> de vegetación sedum, esta rodea los diferentes cultivos dando una forma más estética al techo de la vivienda. También cuenta con espacios de circulación de 0.70 m y espacios de 0.20 m que faciliten la plantación y recolección de los productos (Figura 3).

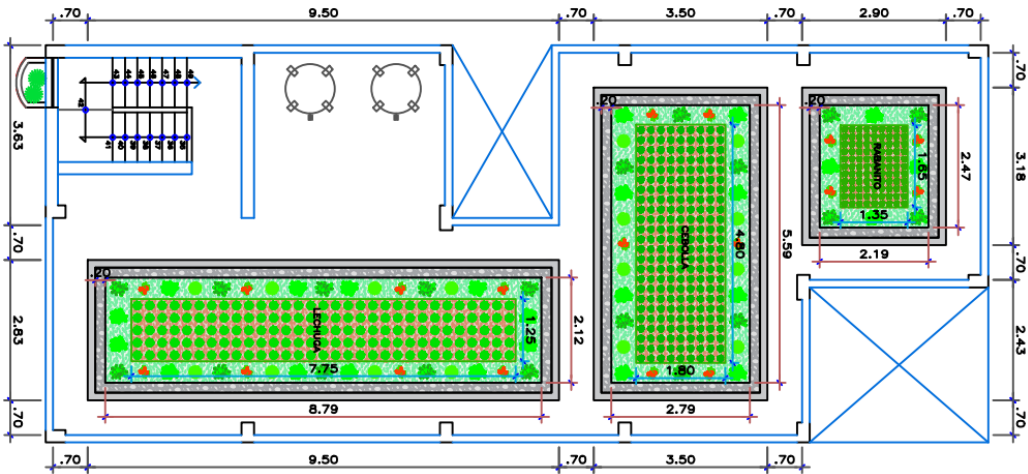


Figura 3. Distribución de áreas del techo extensivo para vivienda propuesta.

Los resultados indican que el costo total para el área sembrada (49.91 m<sup>2</sup>) es de S/. 3726,48 (Tabla 7), que resultaría en un costo de S/. 74.82 por m<sup>2</sup> para un techo verde extensivo y este tipo de techos serían los más adecuados para la ciudad

de Chota, siendo concordante con los estudios realizados por Salas (2017) donde indica que es un proyecto rentable con un costo de S/. 80.00 por m<sup>2</sup>, y Muñoz (2021) determinó un costo de S/. 65.12 por m<sup>2</sup> para un techo extensivo.

Tabla 7. Presupuesto: techo verde extensivo para una vivienda con área construida de 49.91 m<sup>2</sup>.

| Item     | Descripción                               | Unid. | Metrados | Precio S/. | Parcial S/. |
|----------|-------------------------------------------|-------|----------|------------|-------------|
| 01.00.00 | Estructuras                               |       |          |            | 2613.25     |
| 01.01.00 | Capas De Techo Verde Extensivo            |       |          |            | 2613.25     |
| 01.01.01 | Instalación De Techo Verde Extensivo      | M2    | 55.19    | 47.35      | 2613.25     |
| 02.00.00 | Arquitectura                              |       |          |            | 176.13      |
| 02.01.00 | Sustrato Y Plantas Para Techo Verde       |       |          |            | 176.13      |
| 02.01.01 | Instalación De Substrato Para Techo Verde | M3    | 5.95     | 18.07      | 107.52      |
| 02.01.02 | Siembra De Hortalizas Lechuga, Rabanito Y |       |          |            |             |
| 02.01.02 | Cebolla                                   | Unid  | 3.00     | 3.67       | 11.01       |
| 02.01.03 | Siembra De Plantas Sedum                  | Unid  | 288.00   | 0.2        | 57.60       |
| 03.00.00 | Instalaciones Sanitarias                  |       |          |            | 247.20      |
| 03.01.00 | Sistema De Agua Fria                      |       |          |            | 86.19       |
| 03.01.01 | Tubería Pvc De 1/2"                       | M     | 21.68    | 3.53       | 76.53       |
| 03.01.02 | Codo Pvc 1/2 X 90                         | Unid  | 4.00     | 0.98       | 3.92        |
| 03.01.03 | Pegamento Pvc                             | Unid  | 1.00     | 4.92       | 4.92        |
| 03.01.04 | Cinta Teflón                              | Unid  | 1.00     | 0.82       | 0.82        |
| 03.02.00 | Sistema De Drenaje                        |       |          |            | 161.01      |
| 03.02.01 | Tuberia Pvc De 4"                         | M     | 21.27    | 5.70       | 121.24      |
| 03.02.02 | Codo Pvc 4" X 45"                         | Unid  | 1.00     | 4.10       | 4.10        |
| 03.02.03 | Yee Pvc De 4"                             | Unid  | 1.00     | 8.61       | 8.61        |

|                    |                             |      |      |      |         |
|--------------------|-----------------------------|------|------|------|---------|
| 03.02.04           | Sumidero Cromado De 4"      | Unid | 3.00 | 7.38 | 22.14   |
| 03.02.05           | Pegamento Pvc               | Unid | 1.00 | 4.92 | 4.92    |
| 04.00.00           | Flete                       |      |      |      | 3.23    |
| 04.01.00           | Flete (Transporte Vertical) | Unid | 1.00 | 3.23 | 3.23    |
|                    | Costo Directo               |      |      |      | 3036.57 |
|                    | Gastos Generales (4.10%)    |      |      |      | 121.46  |
|                    | Subtotal                    |      |      |      | 3158.04 |
|                    | Impuestos Igv (18%)         |      |      |      | 568.446 |
| Total, presupuesto |                             |      |      |      | 3726.48 |

Además, estos techos tienen una retribución económica de S/. 25.58 en un tiempo de producción aproximado de dos meses (Tabla 8).

**Tabla 8.** Retribución económica del techo verde extensivo por m<sup>2</sup> sembrado.

| Productos | Unidad | Cant. mínima cosecha/m <sup>2</sup> | Precio (S/.) | Ingreso Total (S/.) | Tiempo de producción |
|-----------|--------|-------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------|
| Lechuga   | Und.   | 20.00                               | S/0.25       | S/5.00              | 2 meses              |
| Rabanito  | Und.   | 49.00                               | S/0.25       | S/12.25             | 1 mes y 15 días      |
| Cebolla   | Atado  | 8.33                                | S/1.00       | S/8.33              | 2 meses              |

## CONCLUSIONES

El diseño estructural propuesto para las viviendas del sector 4 de la ciudad de Chota cumple con el Reglamento Nacional de Construcciones porque soporta una carga adicional de 200 kg/m<sup>2</sup> de techo verde.

La evaluación estructural de las viviendas en el sector 4 de la ciudad de Chota indica que la mayoría no cumplen con el límite máximo para desplazamientos de estructuras de concreto (0.007) establecido por la norma E.030.

La propuesta del diseño de techos verdes para viviendas sostenibles en el sector 4 de la ciudad de Chota

desarrollada señaló que es rentable porque tienen una retribución económica de S/. 25.58 en un plazo aproximado de dos meses.

## Agradecimientos

A los propietarios de las viviendas del sector 4 por brindarnos la accesibilidad a las mismas y brindarnos la información requerida.

## Financiamiento

Las autoras no recibieron financiamiento para la ejecución de la investigación.

### Conflictos de intereses

No existe ningún tipo de interés con los contenidos del artículo científico

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Redalyc*, 11(1).
- Cortés-Sosa K.A. (2019). Análisis del comportamiento térmico, beneficios y costos, de dos tipos de techos verdes en sistema modular, en Poza Rica, Veracruz. Región Poza RicaTuxpan.
- Haaker, E. (2020). Techos verdes. *Perú Green Building Concil*.
- Municipalidad Provincial de Chota. (2018). *Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Chota 2017-2027*. Equipo técnico PDU-Chota.
- Muñoz Chavez, E. F. (2021). *Factibilidad y diseño de una vivienda usando techos verdes en el sector las casitas, Caserío Tartar Grande, distrito los baños del Inca-Cajamarca*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del norte.
- Ministerio de Vivienda y Construcción. (2021). Código técnico de construcción sostenible. *Diario Oficial el Peruano*, I, 18.
- Organización de las Naciones Unidas. (2020). *Emisiones del sector de los edificios alcanzaron nivel récord en 2019: informe de la ONU*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Salas, F. (2017). *Propuesta de implementación del uso de techos*

*verdes con geomembrana importada de Estados Unidos en el distrito de San Miguel, para cumplir con la meta 8 de biodiversidad de Aichi*. Universidad de San Martín de Porres.

Sotelo, S. (2022). Implementación de techos verdes en México. *Universidad del Valle de Puebla*, 10-22.

Toj López, J. D. (2016). *Propuesta de una guía para la planificación, diseño e instalación de un techo verde*. Universidad de San Carlos de Guatemala.

### Contribución de autoría

1. Neysi Rodríguez Fernández: Concepción y elaboración del manuscrito.
2. Flor Edita Oblitas Huaman: Concepción y elaboración del manuscrito.
3. Carmen Rosa Cárdenas Rosales: Análisis de datos

Recibido: 2-05-2025 Aceptado: 7-08-2025 Publicado: 8-08-2025

## Alternativas de protección contra socavación del cauce del río chotano en el emplazamiento del puente chota, Cochabamba, Cajamarca

Alternatives for Protection Against Undermining of the Cause of the Chotano River at the Chota Bridge Site, Cochabamba

Ever Manuel Rojas Gonzáles<sup>1\*</sup>  Edwin Núñez Bustamante <sup>1\*</sup>  Luis Alberto Orbegoso Navarro<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Ciudad Universitaria Colpamatara, 06120, Chota, Cajamarca, Perú.

\*Autor de correspondencia [e-mail: aorbegoson@unach.edu.pe]

### RESUMEN

La socavación en el cauce del río chotano, ha impedido la construcción del puente chota, limitando la conectividad entre diversos centros poblados de los distritos de Cochabamba y Cutervo; el objetivo fue determinar la mejor alternativa técnica de protección contra la socavación del cauce del río chotano en el emplazamiento del puente chota; la investigación ha sido aplicada y de nivel descriptivo. Los resultados evidenciaron que la profundidad de socavación para un tiempo de retorno de 500 años alcanza 3.52 m. en condiciones naturales y 3.22 m considerando la interacción con el puente. El diseño de muros de concreto en voladizo, combinado con enrocado, logró reducir la profundidad de socavación hasta 2.30 m, con factores de seguridad superiores a los mínimos requeridos. Por su parte, los gaviones complementados con colchones antisocavantes, alcanzaron profundidades entre 2.77 m y 3.00 m, mostrando también efectividad en la protección. Se concluye que la combinación de alternativas es la solución más eficiente: gaviones en tramos iniciales, muros de concreto con enrocado en tramos críticos y gaviones con colchón antisocavante en tramos finales; se propone que el diseño del puente tenga una luz de 23 m, una altura total del estribo de 11 m., con base de 7.60 m. para garantizar un gálibo mínimo de 1.5 m. por encima del nivel de tirante de agua correspondiente al tiempo de retorno de 140 años.

*Palabras clave:* Gaviones, muros en voladizo, enrocado en fondo del cauce.

### ABSTRACT

The scouring of the Chotano River channel has hindered the construction of the Chota Bridge, limiting connectivity among various population centers in the districts of Cochabamba and Cutervo. The objective of this study was to determine the most suitable technical alternative for protecting against scour in the river channel at the proposed location of the Chota Bridge. The research was applied in nature and descriptive in scope. The results showed that the scour

depth for a return period of 500 years reaches 3.52 m under natural conditions and 3.22 m when considering the interaction with the bridge. The design of cantilevered concrete walls combined with riprap reduced the scour depth to 2.30 m, achieving safety factors above the minimum required. Meanwhile, gabions supplemented with scour-prevention mattresses reached depths between 2.77 m and 3.00 m, also proving effective in protection. It is concluded that the combination of alternatives represents the most efficient solution: gabions in the initial sections, concrete walls with riprap in the critical sections, and gabions with scour-prevention mattresses in the final sections. It is further proposed that the bridge design include a span of 23 m, a total abutment height of 11 m, and a base width of 7.60 m, ensuring a minimum clearance of 1.5 m above the water surface corresponding to the 140-year return period.

*Keywords:* Gabions, cantilever walls, riprap at riverbed.

## INTRODUCCIÓN

Los puentes son las obras de mayor importancia en la construcción de una carretera ya que permiten mantener el flujo continuo de vehículos (Capacci & Biondini, 2020). Sin ellos, cruzar cuerpos de agua, como ríos o quebradas, se vuelve imposible. (Biswas & Banerjee, 2018). Por esta razón, es fundamental prestar especial atención a su diseño hidrológico e hidráulico, poniendo énfasis en aspectos críticos como la profundidad de socavación (Aureli et al., 2021). La socavación en los cauces de los ríos se refiere a la erosión y remoción de los materiales del lecho por la acción del flujo de agua (Príncipe, 2019). Este fenómeno puede clasificarse en socavación general, por contracción o local, siendo esta última la más dañina para los estribos de un puente (Wang et al., 2019). La socavación es uno de los factores que más impacta la estabilidad de puentes y pontones, llegando incluso a provocar su colapso (Rodríguez, 2019). Según, Moya (2017) la mayoría de colapsos de puentes no están relacionados con problemas estructurales, sino con temas hídricos. En Perú, durante la última década,

numerosos puentes y pontones han colapsado debido al aumento del caudal de los ríos y a los efectos de la socavación hidráulica, como lo documentan diversos medios de comunicación, entre ellos RPP (2020), Andina (2019) y TVPerú (2017). En la región de Cajamarca, en el año 2017 seis puentes fueron completamente destruidos y ocho más resultaron seriamente afectados como consecuencia del incremento del flujo de agua, la erosión, la socavación y la sedimentación en los cauces de los ríos. Estos eventos, originados por fuertes precipitaciones pluviales, también dejaron intransitables 916 kilómetros de carreteras (Cabral, 2017). Estas problemas podrían haberse prevenido mediante la implementación de alternativas adecuadas de protección contra la socavación en los cauces fluviales. La Gerencia Sub-Regional de Chota, planteó en el año 2020, la construcción del puente chota, en las cercanías del Centro Poblado Callacate, que une el Valle Callacate con la vía principal de la carretera Chiclayo, Cochabamba, Cutervo, Chota, con el objetivo de mejorar la salida de la

producción agrícola de este valle, hacia los centros de comercialización de la ciudad de Cochabamba y Cutervo. Sin embargo, intensas precipitaciones pluviales de los últimos años, según reportan Andina Radio (2021), el Instituto de Defensa Civil (INDECI, 2023), Municipalidad Distrital de Cochabamba (2023) y Hora trece (2024), han causado graves procesos de erosión y socavación en el cauce del río Chotano, afectando el emplazamiento del puente Chota, deteniendo su construcción. Esta situación ha dejado incomunicadas a diversas comunidades, como Sanicullo Alto, San Juan de la Lianga, Callacate Sahual, La Pauca, Yacancate, Cuguid, y El Rejo, privándolas de una vía de conexión directa entre Cochabamba y el Valle Callacate. En ese contexto el objetivo en este estudio fue analizar alternativas de protección contra la socavación en el cauce del río Chotano.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Ubicación.

El puente Chota se ubica geográficamente en las coordenadas UTM WGS84 17S 733511.32 m E, 9285607.49 m S, a 1639 msnm, distrito de Cochabamba, provincia de Chota, a 1,900 m de la ciudad de Cochabamba, tal como se muestra.

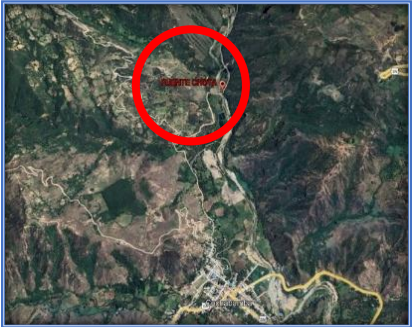


Figura 1. Ubicación del puente chota-vía interna Cochabamba – Cutervo.

Descripción del puente chota.

El puente fue visitado a inicios del año 2024, mostrando las características físicas siguientes:

Tabla 1. Características del puente Chota en distrito de Cochabamba, provincia de Chota.

| Características del puente Chota | Detalles                       |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Luz                              | 20.00 m                        |
| Vehículo de diseño               | HL-93                          |
| Carga peatonal                   | 510 kg/cm <sup>2</sup>         |
| Ancho de calzada                 | 6.00 m                         |
| Veredas                          | 1.10 m x 0.20 m                |
| Ancho total                      | 8.20 m                         |
| Apoyos                           | Un apoyo fijo y un apoyo móvil |



Figura 2. Visita y toma de datos básicos en el puente Chota

### Coleta de datos.

Topo-batimetría.

Este procedimiento abarcó un tramo de 500 metros aguas arriba y 500 metros

aguas abajo del puente, con la finalidad de obtener mejor información sobre la geometría del cauce y elaborar planos detallados en el software Civil 3D 2022.

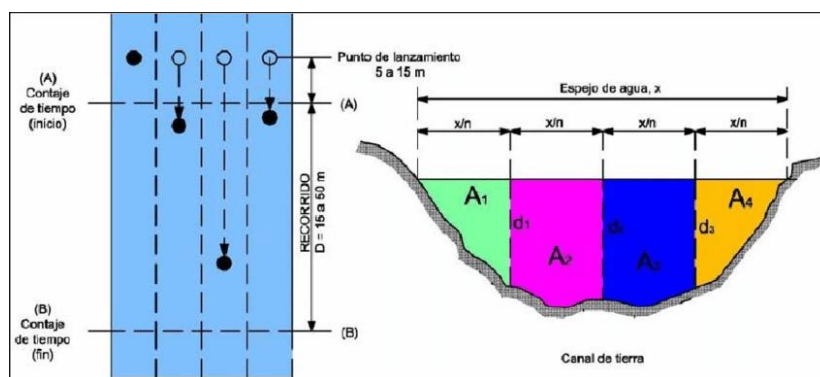


Figura 3. Representación gráfica de toma de puntos transversales.

### Mecánica de suelos.

se realizó con el propósito de caracterizar los sedimentos del cauce y del suelo lateral del río Chotano en el emplazamiento del puente Chota.

Se tomaron muestras representativas del lecho y de las márgenes del río, aplicando normativas técnicas específicas como: NTP 339.127 contenido de humedad (INACAL, 2019), NTP 339.128 análisis granulométrico

(INACAL, 2019), NTP 339.129 límites de consistencia (INACAL, 2019) y NTP 339.171 corte directo (INACAL, 2017).

### Ubicación de calicatas.

Se seleccionaron cinco (5) puntos representativos: uno aguas arriba y aguas abajo, otro en el emplazamiento del puente y dos (2) en el borde derecho e izquierdo del mismo emplazamiento.

**Tabla 2.** Calicatas a lo largo del lecho del río Chotano

| Calicata | Este (m E) | Norte (m S) | Altura (msnm) |
|----------|------------|-------------|---------------|
| CA-01    | 733530.925 | 9285618.471 | 1635.90       |
| CA-02    | 733518.176 | 9285609.219 | 1635.70       |
| CA-03    | 733510.889 | 9285617.399 | 1635.60       |

**Tabla 3.** Calicatas en las márgenes derecha e izquierda del emplazamiento del puente Chota

| Calicata | Este (m E) | Norte (m S) | Altura  |
|----------|------------|-------------|---------|
| CA-01    | 733525.482 | 9285633.06  | 1641.00 |
| CA-02    | 733505.49  | 9285615.18  | 1639.85 |

### Ensayos de laboratorio realizados

Se han realizado los siguientes ensayos de laboratorio:

NTP 339.127 Contenido de humedad (INACAL, 2019): Las muestras fueron pesadas antes y después de ser secadas en el horno a una temperatura controlada, determinando el porcentaje de humedad del suelo.

NTP 339.128 Análisis granulométrico (INACAL, 2019): En el laboratorio, las muestras se pasaron a través de un juego de tamices, y se registraron los pesos de los diferentes tamaños de partículas retenidas en cada malla.

NTP 339.129 Límites líquido y plástico (INACAL, 2019): Para el límite líquido, se

utilizó la copa Casagrande, saturando previamente las muestras durante un día. Para el límite plástico, se formaron rollitos de suelo hasta que mostraron quiebres de 3 mm.

NTP 339.171 Corte directo (INACAL, 2017): Las muestras inalteradas fueron colocadas en la caja de corte, donde se aplicó una carga normal y se realizó el corte en condiciones saturadas, siguiendo el protocolo establecido por la NTP 339.171.

Delimitación y parámetros morfométricos de la cuenca tributaria.

Tomando como referencia el puente chota, se delimitó la cuenca en ArcGis 10.8,



Figura 3. Delimitación de la cuenca del río chotano.

Parámetros morfométricos

Tabla 4. Parámetros morfométricos de la cuenca del río chotano.

| Parámetros morfométricos            | Cuenca del río Chotano |
|-------------------------------------|------------------------|
| Área (km²)                          | 583.43                 |
| Perímetro (km)                      | 185.00                 |
| Coeficiente de compacidad           | 2.145                  |
| Altitud media (msnm)                | 2,697.52               |
| Pendiente de la cuenca (m/m)        | 0.275                  |
| Longitud del máximo recorrido (km)  | 56.985                 |
| Pendiente del cauce principal (m/m) | 0.039                  |
| Tiempo de concentración (minutos)   | 721.70                 |
| Coeficiente orográfico              | 0.0125                 |

Estaciones meteorológicas

Dentro de la delimitación de la cuenca del río Chotano, se han encontrado tres estaciones meteorológicas que pertenecen al SENAMHI, utilizando de ellas, precipitaciones mensuales y máximas de 24 horas (Tabla 5).

**Tabla 5.** Estaciones meteorológicas del SENAMHI en Chota, Cajamarca

| Denominación<br>de la estación | Coordenadas UTM  |                   | Altitud<br>(msnm) |
|--------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                                | WGS84 17S        |                   |                   |
|                                | Este (m E)       | Norte (m S)       |                   |
| Chota                          | 760025.00<br>m E | 9275705.00<br>m S | 2468              |
| Chotano Lajas                  | 750035.00<br>m E | 9274088.00<br>m S | 2463              |
| Cochabamba                     | 733514.00<br>m E | 9285384.00<br>m S | 1653              |

Los años de información pluviométrica utilizada, ha sido de 43, 38 y de 52 años, respectivamente.

Precipitaciones máximas de 24 horas corregidas según recomendación de la OMM (Tablas 6, 7 y 8).

La Organización Meteorológica Mundial (OMM), recomienda aplicar un factor de amplificación de 1.13 a cada valor de precipitación máxima, debido a que se trata de datos correspondientes a mediciones diarias y no a registros continuos. Se han utilizado data de tres estaciones.

**Tabla 6.** Precipitaciones máximas registradas en 24 horas en la Estación Chota.

| Año  | Factor de corrección     | 1.13                     |
|------|--------------------------|--------------------------|
|      | PPmax 24 horas histórico | PPmax 24 horas corregido |
| 1971 | 50.20                    | 56.73                    |
| 1972 | 28.00                    | 31.64                    |
| 1973 | 36.60                    | 41.36                    |
| 1974 | 30.20                    | 34.13                    |
| 1975 | 62.00                    | 70.06                    |
| 1976 | 41.00                    | 46.33                    |
| 1977 | 34.00                    | 38.42                    |
| 1978 | 47.20                    | 53.34                    |
| 1979 | 34.80                    | 39.32                    |
| 1980 | 30.20                    | 34.13                    |
| 1981 | 35.00                    | 39.55                    |
| 1982 | 27.50                    | 31.08                    |
| 1993 | 32.50                    | 36.73                    |
| 1994 | 36.00                    | 40.68                    |

| Año  | Factor de corrección     | 1.13                     |
|------|--------------------------|--------------------------|
|      | PPmax 24 horas histórico | PPmax 24 horas corregido |
| 1995 | 28.30                    | 31.98                    |
| 1996 | 45.20                    | 51.08                    |
| 1997 | 74.30                    | 83.96                    |
| 1998 | 48.20                    | 54.47                    |
| 1999 | 35.60                    | 40.23                    |
| 2000 | 35.90                    | 40.57                    |
| 2001 | 47.00                    | 53.11                    |
| 2002 | 60.70                    | 68.59                    |
| 2003 | 57.00                    | 64.41                    |
| 2004 | 38.30                    | 43.28                    |
| 2005 | 61.80                    | 69.83                    |
| 2006 | 33.70                    | 38.08                    |
| 2007 | 59.10                    | 66.78                    |
| 2008 | 49.00                    | 55.37                    |
| 2009 | 54.20                    | 61.25                    |
| 2010 | 31.40                    | 35.48                    |
| 2011 | 44.10                    | 49.83                    |
| 2012 | 40.20                    | 45.43                    |
| 2013 | 46.80                    | 52.88                    |
| 2014 | 39.00                    | 44.07                    |
| 2015 | 37.80                    | 42.71                    |
| 2017 | 41.40                    | 46.78                    |
| 2018 | 52.70                    | 59.55                    |
| 2019 | 35.80                    | 40.45                    |
| 2020 | 38.20                    | 43.17                    |
| 2021 | 52.00                    | 58.76                    |
| 2022 | 49.60                    | 56.05                    |
| 2023 | 39.70                    | 44.86                    |
| 2024 | 61.80                    | 69.83                    |

**Tabla 7.** Precipitaciones máximas registradas en 24 horas en la Estación Chotano – Lajas.

| Año  | Factor de corrección     | 1.13                     |
|------|--------------------------|--------------------------|
|      | PPmax 24 horas histórico | PPmax 24 horas corregido |
| 1986 | 38.00                    | 42.94                    |
| 1987 | 34.00                    | 38.42                    |
| 1988 | 31.20                    | 35.26                    |
| 1990 | 43.30                    | 48.93                    |
| 1991 | 33.90                    | 38.31                    |
| 1992 | 37.80                    | 42.71                    |
| 1993 | 25.80                    | 29.15                    |
| 1994 | 31.80                    | 35.93                    |
| 1995 | 38.10                    | 43.05                    |
| 1996 | 31.10                    | 35.14                    |
| 1997 | 48.30                    | 54.58                    |
| 1998 | 69.10                    | 78.08                    |
| 1999 | 53.30                    | 60.23                    |
| 2000 | 35.40                    | 40.00                    |
| 2001 | 42.50                    | 48.03                    |
| 2002 | 39.50                    | 44.64                    |
| 2003 | 32.60                    | 36.84                    |
| 2004 | 43.30                    | 48.93                    |
| 2005 | 37.50                    | 42.38                    |
| 2006 | 42.40                    | 47.91                    |
| 2007 | 41.20                    | 46.56                    |
| 2008 | 49.00                    | 55.37                    |
| 2009 | 54.10                    | 61.13                    |
| 2010 | 57.70                    | 65.20                    |
| 2011 | 28.80                    | 32.54                    |
| 2012 | 48.50                    | 54.81                    |
| 2013 | 50.40                    | 56.95                    |
| 2014 | 40.00                    | 45.20                    |
| 2015 | 41.10                    | 46.44                    |
| 2016 | 37.50                    | 42.38                    |
| 2017 | 41.80                    | 47.23                    |
| 2018 | 46.50                    | 52.55                    |
| 2019 | 48.80                    | 55.14                    |
| 2020 | 59.50                    | 67.24                    |

| Factor de corrección |                          | 1.13                     |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| Año                  | PPmax 24 horas histórico | PPmax 24 horas corregido |
| 2021                 | 57.70                    | 65.20                    |
| 2022                 | 51.00                    | 57.63                    |
| 2023                 | 44.60                    | 50.40                    |

**Tabla 8.** Precipitaciones máximas registradas en 24 horas en la Estación Cochabamba.

| Factor de corrección |                          | 1.13                     |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| Año                  | PPmax 24 horas histórico | PPmax 24 horas corregido |
| 1969                 | 61.00                    | 68.93                    |
| 1970                 | 31.00                    | 35.03                    |
| 1971                 | 72.00                    | 81.36                    |
| 1972                 | 34.00                    | 38.42                    |
| 1973                 | 38.50                    | 43.51                    |
| 1974                 | 60.00                    | 67.80                    |
| 1975                 | 54.00                    | 61.02                    |
| 1976                 | 43.00                    | 48.59                    |
| 1977                 | 43.00                    | 48.59                    |
| 1978                 | 29.00                    | 32.77                    |
| 1979                 | 47.00                    | 53.11                    |
| 1980                 | 39.00                    | 44.07                    |
| 1981                 | 49.00                    | 55.37                    |
| 1982                 | 40.00                    | 45.20                    |
| 1983                 | 28.00                    | 31.64                    |
| 1987                 | 35.00                    | 39.55                    |
| 1988                 | 102.00                   | 115.26                   |
| 1989                 | 67.20                    | 75.94                    |
| 1990                 | 45.00                    | 50.85                    |
| 1991                 | 34.00                    | 38.42                    |
| 1992                 | 58.00                    | 65.54                    |
| 1993                 | 48.60                    | 54.92                    |
| 1994                 | 60.00                    | 67.80                    |

| Factor de corrección |                          | 1.13                     |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| Año                  | PPmax 24 horas histórico | PPmax 24 horas corregido |
| 1995                 | 41.00                    | 46.33                    |
| 1996                 | 83.00                    | 93.79                    |
| 1997                 | 50.50                    | 57.07                    |
| 1998                 | 45.00                    | 50.85                    |
| 1999                 | 71.40                    | 80.68                    |
| 2000                 | 83.00                    | 93.79                    |
| 2001                 | 80.20                    | 90.63                    |
| 2002                 | 80.50                    | 90.97                    |
| 2003                 | 53.00                    | 59.89                    |
| 2004                 | 46.70                    | 52.77                    |
| 2005                 | 35.10                    | 39.66                    |
| 2006                 | 42.60                    | 48.14                    |
| 2007                 | 60.60                    | 68.48                    |
| 2008                 | 102.20                   | 115.49                   |
| 2009                 | 55.80                    | 63.05                    |
| 2010                 | 82.20                    | 92.89                    |
| 2011                 | 49.20                    | 55.60                    |
| 2012                 | 74.40                    | 84.07                    |
| 2013                 | 59.50                    | 67.24                    |
| 2014                 | 42.40                    | 47.91                    |
| 2015                 | 66.40                    | 75.03                    |
| 2016                 | 51.50                    | 58.20                    |
| 2017                 | 34.80                    | 39.32                    |
| 2018                 | 44.20                    | 49.95                    |
| 2019                 | 49.70                    | 56.16                    |
| 2022                 | 36.40                    | 41.13                    |
| 2023                 | 56.40                    | 63.73                    |

#### Prueba de bondad de ajuste Smirnov Kolmogorov

La data de cada estación meteorológica, ha sido sometido al análisis de frecuencias a través del análisis estadístico de la prueba

de bondad de ajuste de Smirnov Kolmogorov, utilizando el software HidroEsta v.2.0, escogiéndose para cada una de ellas, la función que menor valor calculado tiene respecto al teórico.

$$D = \max |Fo(xm) - F(xm)|$$

$$Fo(xm) = 1 - \frac{m}{n+1}$$

Donde:

Fo(xm) = probabilidad observada

F(xm) = probabilidad estimada o teórica

Caudales máximos en HEC – HMS.

A través del software HEC – HMS v 4.12, se han generado caudales máximos para períodos de retorno de 50, 140 y 500 años. El procedimiento incluyó el uso del método de pérdidas “Loss Method”: Curva Número (CN), en condiciones de humedad de la cuenca, seguido del método de transformación “SCS Unit Hydrograph” para convertir precipitación en escorrentía y obtener hidrogramas sintéticos.

#### Modelamiento hidráulico del puente chota.

Se llevará a cabo utilizando factores críticos de diseño como la longitud de contracción y expansión, así como el efecto del puente sobre el flujo. Se utilizará el software HEC RAS v 6.6.

#### Socavación general del lecho del cauce.

Para estimar la socavación general del cauce del río, se ha utilizado el criterio de Lischvan – Levediev. Este método asume que, el caudal y el ancho de la sección del río permanecen constantes durante el proceso erosivo. Los parámetros necesarios para su aplicación según el manual del MTC (2018) incluyen determinar el caudal

máximo, características de los sedimentos del lecho del río, perfil topográfico de las secciones del río, para poder aplicar:

$$Hs = \left[ \frac{\alpha h^{5/3}}{0.60 \beta \mu \phi \gamma_s^{1.18}} \right]^{\frac{1}{1+x}}$$

Dónde:

Hs: profundidad de socavación (m)

H: tirante de agua (m).

$\gamma$  : peso específico del sedimento T/m<sup>3</sup>.

$\beta$  : coeficiente de frecuencia.

u: factor de contracción del cauce.

$\phi$  : factor de corrección por forma de transporte de sedimentos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sedimentos fluviales identificados en calicatas.

El suelo de la calicata CA-01 corresponde a un suelo arcilloso de alta plasticidad con capacidad de carga admisible de 0.86 kg/cm<sup>2</sup> planteado para cimentación rectangular (zapatas) de 1.2 m de profundidad, mientras que, el suelo de la calicata CA-02 corresponde a un suelo limo arcilloso de baja plasticidad con capacidad de carga admisible de 1.49 kg/cm<sup>2</sup> para cimentación circular de 1.8 m de profundidad (Tabla 9 y 10). Así mismo, para cada uno de ellos se describe el perfil litológico encontrado, hasta una profundidad de 3.00 m (Figuras 4 y 5).

**Tabla 9.** Características físicas del sedimento fluvial en calicatas a lo largo del cauce del río.

|                | CA-01  | CA-02  | CA-03  |
|----------------|--------|--------|--------|
| Bolonería      | 0%     | 0%     | 0%     |
| Grava          | 58.25% | 55.68% | 57.73% |
| Arena          | 38.45% | 41.12% | 38.92% |
| A. gruesa      | 8.58%  | 8.92%  | 8.23%  |
| A. media       | 11.08% | 11.62% | 11.42% |
| A. fina        | 18.78% | 20.58% | 19.26% |
| Finos < N° 200 | 3.29%  | 3.19%  | 3.35%  |

**Tabla 10.** Características físicas – mecánicas en calicatas del borde del cauce del emplazamiento del puente.

|                                                    | CA-01 | CA-02 |
|----------------------------------------------------|-------|-------|
| Humedad (%)                                        | 8.53  | 6.56  |
| LL (%)                                             | 33.11 | 28.72 |
| LP (%)                                             | 21.00 | 22.05 |
| IP (%)                                             | 12.11 | 6.67  |
| Clasificación (SUCS)                               | CL    | CL-ML |
| Peso volumétrico natural (g/cm <sup>3</sup> )      | 1.960 | 2.055 |
| Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )                     | 0.301 | 0.112 |
| Ángulo de fricción (°)                             | 15.04 | 33.09 |
| Profundidad de cimentación (m)                     | 1.20  | 1.80  |
| Ancho de cimentación (m)                           | 1.20  | 1.50  |
| Factor de seguridad                                | 3.00  | 3.00  |
| Capacidad de carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> ) | 0.86  | 1.49  |

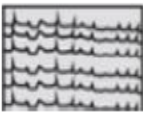
| Profundidad (m) |      | Muestra | DESCRIPCIÓN                                                                                                 | CLASIFICACIÓN |                                                                                    | Contenido de humedad | Limites de consistencia |         |
|-----------------|------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|---------|
|                 |      |         |                                                                                                             | Símbolo       | Símbolo gráfico                                                                    |                      | L.L (%)                 | L.P (%) |
| 0.40            | 0.10 | S/M     | Material orgánico de color maron , con bajo contenido de humedad y bajo humedad y bajo grado de compacidad. |               |  |                      |                         |         |
|                 | 0.20 |         |                                                                                                             |               |                                                                                    |                      |                         |         |
|                 | 0.30 |         |                                                                                                             |               |                                                                                    |                      |                         |         |
|                 | 0.40 |         |                                                                                                             |               |                                                                                    |                      |                         |         |
| 3.00            | 0.50 | C-1     | Estracto clasificado en el sistema"SUCS"                                                                    | CL            |  | 8.53%                | 33.11                   | 21.00   |
|                 | 0.60 |         | Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.  |               |                                                                                    |                      |                         |         |
|                 | 0.70 |         |                                                                                                             |               |                                                                                    |                      |                         |         |
|                 | 0.80 |         |                                                                                                             |               |                                                                                    |                      |                         |         |
|                 | 0.90 |         |                                                                                                             |               |                                                                                    |                      |                         |         |
|                 | 1.00 |         |                                                                                                             |               |                                                                                    |                      |                         |         |
|                 | 1.10 |         |                                                                                                             |               |                                                                                    |                      |                         |         |
|                 | 1.20 |         |                                                                                                             |               |                                                                                    |                      |                         |         |
|                 | 1.30 |         |                                                                                                             |               |                                                                                    |                      |                         |         |
|                 | 2.80 |         |                                                                                                             |               |                                                                                    |                      |                         |         |
|                 | 3.00 |         |                                                                                                             |               |                                                                                    |                      | IP                      | 12.11   |

Figura 4. Perfil estratigráfico de la CA-01

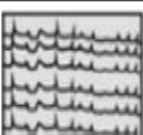
| Profundidad (m) |      | Muestra | DESCRIPCIÓN                                                                                                                        | CLASIFICACIÓN |                                                                                      | Contenido de humedad | Limites de consistencia |        |
|-----------------|------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|--------|
|                 |      |         |                                                                                                                                    | Símbolo       | Símbolo gráfico                                                                      |                      | L.L (%)                 | LP (%) |
| 0.40            | 0.10 | S/M     | Material orgánico de color maron , con bajo contenido de humedad y bajo humedad y bajo grado de compacidad.                        |               |   |                      |                         |        |
|                 | 0.20 |         |                                                                                                                                    |               |                                                                                      |                      |                         |        |
|                 | 0.30 |         |                                                                                                                                    |               |                                                                                      |                      |                         |        |
|                 | 0.40 |         |                                                                                                                                    |               |                                                                                      |                      |                         |        |
| 3.00            | 0.50 | C-02    | Estracto clasificado en el sistema "SUCS"                                                                                          | CL- ML        |  | 6.56%                | 28.72                   | 22.05  |
|                 | 0.60 |         | Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos límpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad. |               |                                                                                      |                      |                         |        |
|                 | 0.70 |         |                                                                                                                                    |               |                                                                                      |                      |                         |        |
|                 | 0.80 |         |                                                                                                                                    |               |                                                                                      |                      |                         |        |
|                 | 0.90 |         |                                                                                                                                    |               |                                                                                      |                      |                         |        |
|                 | 1.00 |         |                                                                                                                                    |               |                                                                                      |                      |                         |        |
|                 | 1.10 |         |                                                                                                                                    |               |                                                                                      |                      |                         |        |
|                 | 1.20 |         |                                                                                                                                    |               |                                                                                      |                      |                         |        |
|                 | 1.30 |         |                                                                                                                                    |               |                                                                                      |                      |                         |        |
|                 | 2.80 |         |                                                                                                                                    |               |                                                                                      |                      |                         |        |
|                 | 3.00 |         |                                                                                                                                    |               |                                                                                      |                      | IP                      | 6.67   |

Figura 5. Perfil estratigráfico de la CA-02

Distribución de probabilidad según prueba de bondad de ajuste.

Para cada estación meteorológica, la data de precipitaciones máximas de 24 horas, se

han ajustado a la mejor función de probabilidad, a partir de la cual se han estimado los caudales máximos (Tabla 13).

**Tabla 13.** Funciones de probabilidad a la que se ajustan los datos de las PP máximas 24 horas.

| Estación       | Distribución teórica de probabilidad | Estimación de Parámetros |                  |                        |
|----------------|--------------------------------------|--------------------------|------------------|------------------------|
|                |                                      | $\Delta$ teórica         | $\Delta$ tabular | ¿se ajustan los datos? |
| Chota          | Log-Pearson-Tipo III                 | 0.0656                   | 0.2074           | SI                     |
| Chotano -Lajas | Gamma generalizada (3 Parámetros)    | 0.0529                   | 0.2236           | SI                     |
| Cochabamba     | Log Normal 3 Parámetros              | 0.0511                   | 0.1923           | SI                     |

Caudales máximos calculados y utilizados en el modelado de la socavación del puente chota (Tabla 14).

Mediante software HEC HMS v 6.6, se han estimado caudales máximos para distintos

períodos de retorno: 50, 140 y 500 años, conforme al Manual del MTC (2018), data que será utilizada para el modelamiento del puente, así como se presenta el hidrograma para  $Tr = 500$  años (Figura 6).

**Tabla 14.** Caudales máximos obtenidos mediante HEC HMS, para diferentes tiempos de retorno para la cuenca del río chotano.

| Periodo de retorno (Tr) años | Caudal máximo (m <sup>3</sup> /s) |
|------------------------------|-----------------------------------|
| 50                           | 428.40                            |
| 140                          | 520.50                            |
| 500                          | 640.50                            |

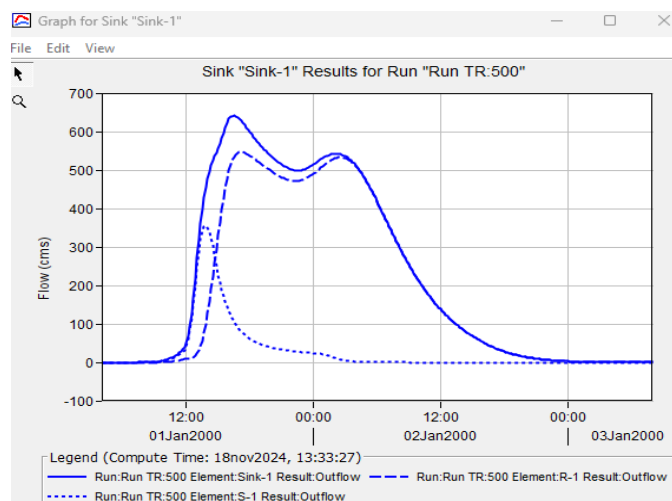


Figura 6. Hidrograma asociado al Tr= 500 años-cuenca río Chotano.

### Socavación del cauce del río chotano en el emplazamiento del puente chota

La socavación calculada para un tiempo de retorno de 500 años, tanto condiciones naturales del cauce del río chotano como con su interacción con el puente, son de

3.52 y 3.22 m, respectivamente (Tabla 15); observándose que la profundidad disminuye ligeramente cuando se incluye el puente, lo que refleja un cambio en el flujo hidráulico y la capacidad de erosión del río, pero que, en ambos casos, compromete la estabilidad del puente (Figuras 7, 8).

Tabla 15. Socavación del cauce del río chotano, según Lischtvan Levediev para Tr 500 años.

| Parámetros hidráulicos para determinar la profundidad de socavación | En el cauce natural | Con la interacción del puente |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Sección Transversal                                                 | 1020                | 1023.8                        |
| Caudal Q (m <sup>3</sup> /s)                                        | 640.5               | 640.5                         |
| h (m)                                                               | 5.82                | 6.35                          |
| Ancho B (m)                                                         | 24.36               | 23.04                         |
| Área hidráulica A (m <sup>2</sup> )                                 | 114.96              | 122.54                        |
| Velocidad V (m/s)                                                   | 3.79                | 3.97                          |
| Diámetro medio Dm (mm)                                              | 9                   | 0                             |
| Luz (mínima para $\mu$ )                                            | 22                  | 22                            |
| Tiempo de Retorno                                                   | 500                 | 500                           |
| Peso específico ( agua más sedimentos Tn/m <sup>3</sup> )           | 1.05                | 1.05                          |
| $\mu$                                                               | 0.93                | 0.93                          |
| $\alpha$                                                            | 1.5                 | 1.4                           |
| $\beta$                                                             | 1.06                | 1.06                          |
| $\varphi$                                                           | 1.05                | 1.05                          |
| z                                                                   | 0.35                | 0.34                          |
| Hs (m)                                                              | 9.34                | 9.57                          |
| Prof. Socav. (ds) (m)                                               | 3.52                | 3.22                          |

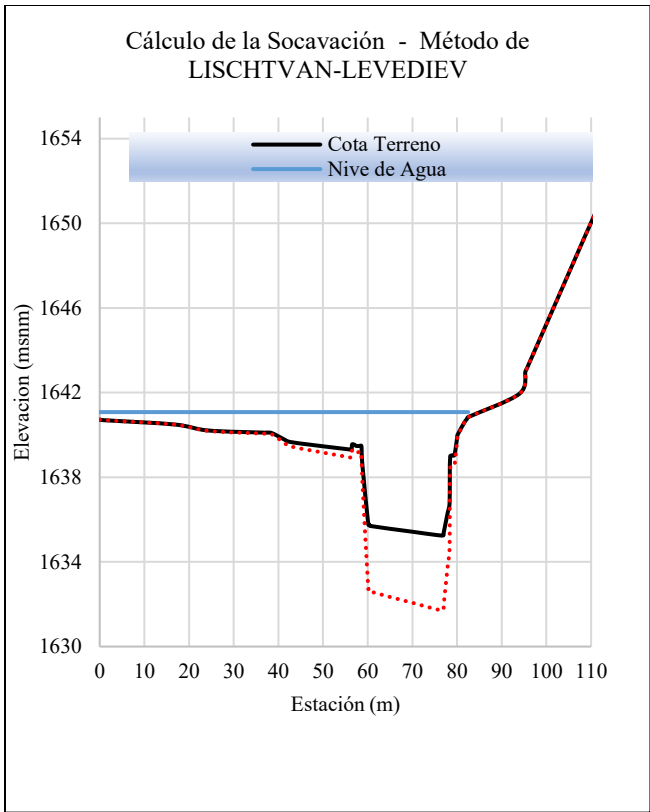


Figura 7. Socavación en el cauce natural

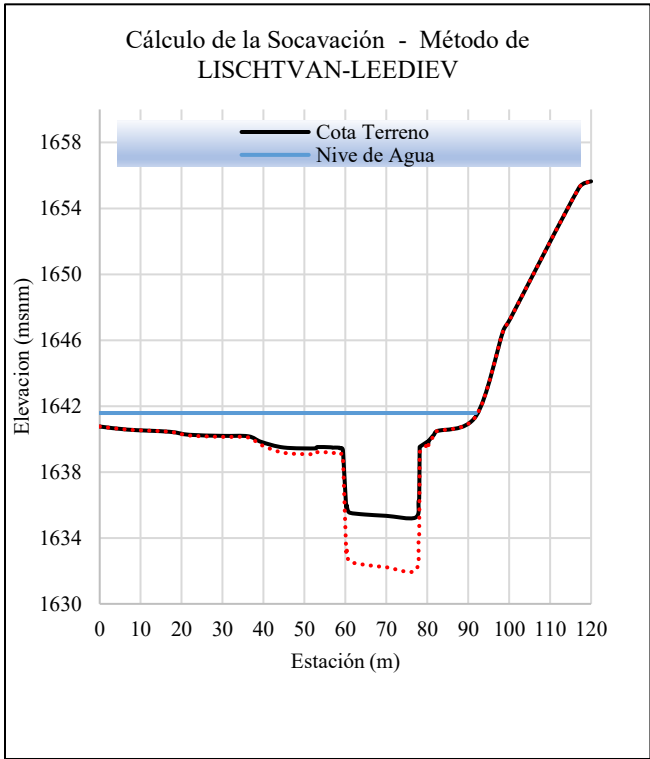


Figura 8. Socavación cauce natural-puente chota.

### Niveles de agua y velocidades para diferentes tiempos de retorno.

Las Tabla 16 y 17, muestran niveles, velocidades y número de Froude de agua que se llegarían considerando tiempos de retorno de 140 y 500 años, tanto aguas arriba como aguas abajo del emplazamiento del puente chota. Para  $Tr=140$  años, aguas arriba como abajo, los

niveles llegarían a 6.00 y 4.60 m., respectivamente; para  $Tr=500$  años, aguas arriba como abajo, los niveles llegarían a 7.00 y 4.60 m., respectivamente. En ambos períodos, el flujo se mantendría como subcrítico, a excepción del 1+800 Km, que presenta una condición de flujo crítico que no afectaría mayormente a la estructura, puesto que esta tiende a disiparse en su recorrido.

**Tabla 16.** Niveles de agua, velocidad y Froude aguas abajo para  $Tr=140$  y 500 años

| Aguas abajo |         | Altura del nivel de agua (HT) |        | Velocidad (m/s) | Froude |
|-------------|---------|-------------------------------|--------|-----------------|--------|
|             |         | Tr 140                        | Tr 500 |                 |        |
| km          | 0 + 800 | 4.00                          | 4.00   | 4.00            | 0.62   |
| km          | 0 + 820 | 4.12                          | 4.12   | 4.12            | 0.61   |
| km          | 0 + 840 | 4.00                          | 4.00   | 4.00            | 0.60   |
| km          | 0 + 860 | 3.60                          | 3.60   | 3.60            | 0.50   |
| km          | 0 + 880 | 4.30                          | 4.30   | 4.30            | 0.60   |
| km          | 0 + 860 | 4.25                          | 4.25   | 4.25            | 0.60   |
| km          | 0 + 900 | 4.60                          | 4.60   | 4.60            | 0.65   |
| km          | 0 + 920 | 4.15                          | 4.15   | 4.10            | 0.62   |
| km          | 0 + 940 | 3.00                          | 3.10   | 3.10            | 0.54   |
| km          | 0 + 096 | 2.80                          | 3.10   | 3.10            | 0.53   |
| km          | 0 + 980 | 2.80                          | 3.00   | 3.00            | 0.52   |
| km          | 1 + 000 | 3.00                          | 3.00   | 3.00            | 0.52   |
| km          | 1 + 012 | 3.60                          | 4.10   | 4.10            | 0.64   |

**Tabla 17.** Niveles de agua, velocidad y Foude aguas arriba para Tr=140 y 500 años.

| Aguas arriba |           | Altura del nivel de agua en m (HT) |        | Velocidad (m/s) | Froude |
|--------------|-----------|------------------------------------|--------|-----------------|--------|
|              |           | Tr 140                             | Tr 500 |                 |        |
| km           | 1 + 026.8 | 6.00                               | 7.00   | 3.87            | 0.52   |
| km           | 1 + 040.0 | 5.80                               | 6.68   | 3.74            | 0.51   |
| km           | 1 + 060.0 | 5.40                               | 6.32   | 3.71            | 0.53   |
| km           | 1 + 080.0 | 5.00                               | 5.90   | 3.78            | 0.55   |
| km           | 1 + 100.0 | 4.80                               | 5.67   | 3.22            | 0.47   |
| km           | 1 + 120.0 | 4.50                               | 5.37   | 3.19            | 0.49   |
| km           | 1 + 140.0 | 4.40                               | 5.28   | 3.57            | 0.57   |
| km           | 1 + 160.0 | 4.30                               | 5.22   | 4.14            | 0.68   |
| km           | 1 + 180.0 | 4.30                               | 5.08   | 6.95            | 1.43   |

**Alternativa de protección del emplazamiento del puente Chota mediante muros de concreto, aguas abajo y arriba.**

En la Tabla 18, aguas abajo, se propone muros de contención de concreto de una altura media de 5.00 m. a lo largo del cauce

del río chotano; en la Tabla 19, aguas arriba, se proponen alturas por tramos entre los kilómetros 1+023.80 – 1+026.80, 1+040 – 1+060, 1+080 – 1+100 y 1+120 – 1+180, de 6.00, 5.80 y 5.00 m., respectivamente.

**Tabla 18.** Propuesta de muros en voladizo aguas abajo

| Aguas abajo |         | Altura del nivel de agua (HT) | Sección del muro    | Altura del muro (m) |
|-------------|---------|-------------------------------|---------------------|---------------------|
| km          | 0 + 800 | 4.00                          |                     |                     |
| km          | 0 + 820 | 4.12                          |                     |                     |
| km          | 0 + 840 | 4.00                          |                     |                     |
| km          | 0 + 860 | 3.60                          |                     |                     |
| km          | 0 + 880 | 4.30                          | Km 0+800 - km 1+012 | 5.00                |
| km          | 0 + 860 | 4.25                          |                     |                     |

|    |     |      |
|----|-----|------|
| km | 0 + | 4.60 |
|    | 900 |      |
| km | 0 + | 4.15 |
|    | 920 |      |
| km | 0 + | 3.00 |
|    | 940 |      |
| km | 0 + | 2.80 |
|    | 096 |      |
| km | 0 + | 2.80 |
|    | 980 |      |
| km | 1 + | 3.00 |
|    | 000 |      |
| km | 1 + | 3.60 |
|    | 012 |      |

**Tabla 19.** Propuesta de muros en voladizo aguas arriba.

|    | Aguas arriba | Altura del<br>nivel de agua<br>(HT) | Sección del muro       | Altura del<br>muro (m) |
|----|--------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|
| km | 1 + 026.8    | 6.00                                | 1+023.80 -<br>1+026.80 | 6.00                   |
| km | 1 + 040.0    | 5.80                                | 1+040-1+060            | 5.80                   |
| km | 1 + 060.0    | 5.40                                |                        |                        |
| km | 1 + 080.0    | 5.00                                | 1+080-1+100            | 5.00                   |
| km | 1 + 100.0    | 4.80                                |                        |                        |
| km | 1 + 120.0    | 4.50                                | 1+120-1+180            | 4.50                   |
| km | 1 + 140.0    | 4.40                                |                        |                        |
| km | 1 + 160.0    | 4.30                                |                        |                        |
| km | 1 + 180.0    | 4.30                                |                        |                        |

De igual manera, para afianzar los diseños y, considerando todo el tramo del emplazamiento del puente chota, la Tabla 20, representa el Pre-dimensionamiento del muro en Voladizo indicando las profundidades de las zapatas (Figura 9); la Tabla 21 considera la socavación que se esperaría si no se tienen enrocado, la que llegaría hasta 4.9 y 3.5 m. en dos tramos críticos; esta última condición, permite

proponer una mejora, es decir, en la Tabla 22, se hace la propuesta de enrocado en el fondo del cauce, logrando reducir la socavación hasta en 80 cm aproximadamente, lo que permite rediseñar los cálculos de socavación sólo en los tramos que lo requieran y los resultados son satisfactorios, ya que se logra reducir esta hasta 2.60 y 2.40 m., respectivamente

**Tabla 20.** Pre-dimensionamiento del muro en voladizo en el emplazamiento del puente chota

| Dimensiones               | 0+800-<br>1+012 | 1+023.80-<br>1+026.8 | 1+040-<br>1+060 | 1+080-<br>1+100 | 1+120-<br>1+180 |
|---------------------------|-----------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Tirante de agua (m)       | 5               | 6                    | 5.80            | 5               | 4.5             |
| Borde libre (m)           | 0.40            | 0.5                  | 0.50            | 0.5             | 0.5             |
| Espesor superior (m)      | 0.40            | 0.40                 | 0.40            | 0.40            | 0.4             |
| Altura (m)                | 8.50            | 9.50                 | 9.30            | 8.50            | 7.6             |
| Base (m)                  | 4.80            | 5.40                 | 5.20            | 4.80            | 4.30            |
| Punta (m)                 | 1.10            | 1.30                 | 1.30            | 1.10            | 1.00            |
| Espesor (m)               | 1.10            | 1.20                 | 1.20            | 1.10            | 0.90            |
| Talón (m)                 | 2.60            | 2.90                 | 2.70            | 2.60            | 2.40            |
| Profundidad de zapata (m) | 1.10            | 1.30                 | 1.30            | 1.10            | 1.00            |

**Tabla 21.** Socavación del muro en voladizo sin enrocado en el fondo del cauce.

| Parámetros<br>hidráulicos | 0+800-<br>1+012 | 1+023.80-<br>1+026.8 | 1+040-<br>1+060 | 1+080-<br>1+100 | 1+120-<br>1+180 |
|---------------------------|-----------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Tr                        | 500             | 500                  | 500             | 500.00          | 500             |
| Q (m <sup>3</sup> /s)     | 640.50          | 640.5                | 640.5           | 640.5           | 640.50          |
| h (m)                     | 5.00            | 7.0                  | 6.7             | 5.90            | 5.40            |
| Be(m)                     | 33.60           | 20.3                 | 24.5            | 30.10           | 34.50           |
| γd                        | 1.96            | 1.96                 | 1.96            | 1.96            | 1.96            |
| Co. Contracción (μ)       | 1.0             | 1.0                  | 1.0             | 1.0             | 1.0             |
| φ                         | 1.0             | 1.0                  | 1.0             | 1.0             | 1.0             |
| α                         | 1.30            | 1.2                  | 1.1             | 1.1             | 1.12            |
| β                         | 1.05            | 1.05                 | 1.05            | 1.05            | 1.05            |
| x                         | 0.28            | 0.28                 | 0.28            | 0.28            | 0.275           |

|                                  |      |       |      |      |      |
|----------------------------------|------|-------|------|------|------|
| Hs (m)                           | 7.77 | 11.56 | 9.98 | 8.48 | 7.62 |
| Prof. Socav. (ds)<br>(m)         | 2.77 | 4.56  | 3.28 | 2.58 | 2.22 |
| Altura de<br>seguridad (m)       | 0.30 | 0.30  | 0.30 | 0.40 | 0.40 |
| Profundidad de<br>socavación (m) | 3.10 | 4.90  | 3.60 | 3.00 | 2.60 |

**Tabla 22.** Socavación en el fondo del cauce con propuesta de enrocado.

| Parámetros<br>hidráulicos | Valor  |
|---------------------------|--------|
| Tr                        | 500    |
| Q (m <sup>3</sup> /s)     | 1069.1 |
| h (m)                     | 8.0    |
| Be(m)                     | 27.0   |
| Dm (mm)                   | 82.0   |
| Co. Contracción (μ)       | 1.0    |
| μ                         | 1.0    |
| α                         | 1.2    |
| β                         | 1.05   |
| x                         | 0.28   |
| Hs (m)                    | 8.79   |
| Prof. Socav. (ds) (m)     | 0.79   |

**Tabla 23.** Socavación del muro en voladizo con enrocado en el fondo del cauce (sólo en los tramos críticos).

| Parámetros<br>hidráulicos | 0+800-<br>1+012 | 1+023.80-<br>1+026.8 | 1+040-<br>1+060 | 1+080-<br>1+100 | 1+120-<br>1+180 |
|---------------------------|-----------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Tr                        | 500             | 500                  | 500             | 500             | 500             |
| Q (m <sup>3</sup> /s)     | 640.5           | 640.5                | 640.5           | 640.5           | 640.50          |
| h (m)                     | 6.7             | 6.7                  | 6.7             | 5.90            | 5.40            |
| Be(m)                     | 20.3            | 20.3                 | 24.5            | 30.10           | 34.50           |
| Dm (mm)                   | 30.0            | 30                   | 15              |                 |                 |
| Co.                       | 1.0             | 1.0                  | 1.0             | 1.0             | 1.0             |
| Contracción<br>(μ)        |                 |                      |                 |                 |                 |
| φ                         | 1.0             | 1.0                  | 1.0             | 1.0             | 1.0             |
| α                         | 1.3             | 1.3                  | 1.1             | 1.1             | 1.12            |
| β                         | 1.05            | 1.05                 | 1.05            | 1.05            | 1.05            |
| x                         | 0.31            | 0.31                 | 0.33            | 0.28            | 0.275           |

|                           |      |      |      |      |      |
|---------------------------|------|------|------|------|------|
| Hs (m)                    | 8.71 | 8.71 | 8.47 | 8.48 | 7.62 |
| Prof. Socav.              | 2.01 | 2.01 | 1.77 | 2.58 | 2.22 |
| (ds) (m)                  |      |      |      |      |      |
| Altura de seguridad       | 0.30 | 0.60 | 0.60 | 0.40 | 0.40 |
| (m)                       |      |      |      |      |      |
| Profundidad de socavación | 2.30 | 2.60 | 2.40 | 3.00 | 2.60 |
| (m)                       |      |      |      |      |      |

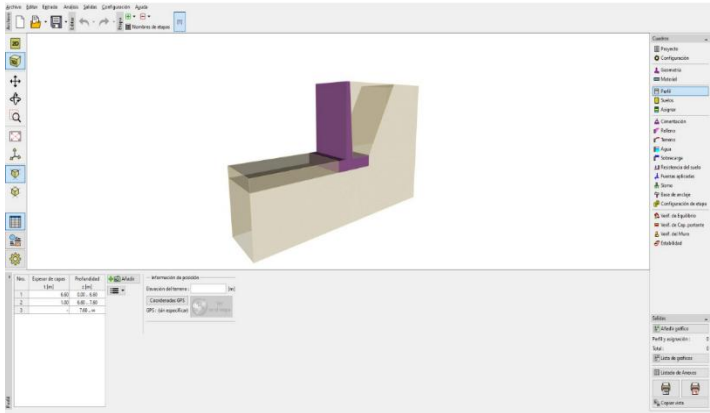


Figura 9. Propuesta de muro en voladizo.

Alternativa de protección del emplazamiento del puente Chota mediante gaviones, aguas abajo y arriba.

Del análisis de la data consignada en la Tabla 23, se especifica que, los gaviones presentan alturas de 5.50 m, 6.00 m, 6.50 m, 5.50 m y 5.00 m, respectivamente. Además, cuentan con colchones antisocavantes cuya longitud varía entre 4.20 m, 7.00 m, 5.00 m, 4.00 m y 3.50 m, según el tramo, y espesores que oscilan entre 0.40 m y 0.50 m. Las profundidades

de socavación correspondientes para estos tramos son de 2.77 m, 3.50 m, 3.50 m, 3.00 m y 3.00 m, garantizando así una adecuada protección del cauce frente a la erosión. En la Tabla 24, se define que en todos los tramos se garantiza técnicamente, que, los gaviones presentan factores de seguridad frente al deslizamiento, volteo y seguridad global, según los tramos establecidos.

Tabla 23. Pre-dimensionamiento de gaviones, según tramos del emplazamiento del puente chota.

|             |                 |                      |                 |                 |                 |
|-------------|-----------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Dimensiones | 0+800-<br>1+012 | 1+023.80-<br>1+026.8 | 1+040-<br>1+060 | 1+080-<br>1+100 | 1+120-<br>1+180 |
|-------------|-----------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|

|                                       |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Borde libre (m)                       | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| Altura de gavión (m)                  | 5.50 | 6.00 | 6.50 | 5.50 | 5.00 |
| Ancho de la base                      | 3.00 | 3.50 | 3.50 | 3.00 | 3.00 |
| Profundidad de socavación (m)         | 2.77 | 4.56 | 3.28 | 2.58 | 2.22 |
| Longitud de colchón antisocavante (m) | 4.20 | 7.00 | 5.00 | 4.00 | 3.50 |
| Diámetro medio de roca (m)            | 0.15 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Espesor del colchón antisocavante (m) | 0.40 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |

**Tabla 24.** Análisis de estabilidad de los gaviones

| Factor de seguridad             | 0+800-1+012 | 1+023.80-1+026.8 | 1+040-1+060 | 1+080-1+100 | 1+120-1+180 |
|---------------------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| Altura (m)                      | 5.50        | 6.00             | 6.50        | 5.50        | 5.00        |
| Deslizamiento (> 1.5)           | 3.32        | 1.67             | 4.39        | 4.25        | 3.25        |
| Volteo (> 2.00)                 | 11.12       | 5.66             | 1.58        | 1.68        | 10.13       |
| FS tensión en la base izquierda | 62.98       | 60.77            | 252.65      | 164.25      | 55.54       |
| FS tensión en la base derecha   |             |                  | 23.21       | 23.57       |             |

|           |      |      |      |      |      |
|-----------|------|------|------|------|------|
| FS global | 2.42 | 1.69 | 1.58 | 1.63 | 2.36 |
|-----------|------|------|------|------|------|

### Comparación de las alternativas de protección.

Considerando el tiempo de retorno de 140 años, como lo más propenso, se observa en la Tabla 25, que, respecto a los niveles de

agua, lo mejor, resultan ser los muros en voladizo; en cuanto a los gaviones, se detectan algunos inconvenientes en los tramos 1+023.8 al 1+026.80 y en el 1+040 al 1+060.

**Tabla 25.** Niveles de agua en cauce natural frente a alternativas técnicas.

| Nivel de agua Tr 140 años (m) | 0+800-1+012 | 1+023.80-1+026.8 | 1+040-1+060 | 1+080-1+100 | 1+120-1+180 |
|-------------------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| En el lecho natural (m)       | 5.00        | 6.00             | 5.80        | 5.00        | 4.5         |
| Altura del muro voladizo (m)  | 8.50        | 9.50             | 9.30        | 8.50        | 7.6         |
| Altura del gavión (m)         | 5.50        | 6.00             | 6.50        | 5.50        | 5.00        |

En función a la socavación de protección de cada alternativa, en la Tabla 26, se puede rescatar, que, la mejor alternativa es el muro de contención con enrocado, pues este

protege mejor a los tramos críticos (1+023.8 al 1+026.80 y en el 1+040 al 1+060) de la alternativa con gaviones.

**Tabla 26.** Análisis de socavación con alternativas técnicas.

| Profundidad de socavación Tr 500 años (m) | 0+800-1+012 | 1+023.80-1+026.8 | 1+040-1+060 | 1+080-1+100 | 1+120-1+180 |
|-------------------------------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| En el lecho natural (m)                   | 3.52        | 3.22             | 3.22        | 3.52        | 3.52        |
| Con muro de contención (m)                | 3.10        | 4.90             | 3.60        | 3.00        | 2.60        |
| Con muro de contención +                  | 2.30        | 2.60             | 2.40        | 3.00        | 2.60        |

|                             |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| enrocado en<br>el fondo (m) |      |      |      |      |      |
| Con gavión                  | 2.77 | 4.56 | 3.28 | 2.58 | 2.22 |

Finalmente, haciendo una comparación de eficiencias entre estas alternativas, se llega a la conclusión que una combinación de estas, por tramos preestablecidos, sería la mejor alternativa, tal como se expone en la Tabla 27.

**Tabla 27.** comparación de eficiencias entre estas alternativas de protección.

|                                                    | 0+800-<br>1+012 | 1+023.80-1+026.8                                  | 1+040-1+060                                          | 1+080-<br>1+100 | 1+120-<br>1+180 |
|----------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Propuesta<br>seleccionada                          | Gavión          | Muro de contención<br>con enrocado en el<br>fondo | Muro de<br>contención con<br>enrocado en el<br>fondo | Gavión          | Gavión          |
| Socavación (m)                                     | 2.77            | 2.6                                               | 2.4                                                  | 2.58            | 2.22            |
| Eficiencia en la<br>reducción de<br>socavación (%) | 21.31%          | 19.25%                                            | 25.47%                                               | 26.70%          | 36.93%          |

### Dimensionamiento del puente chota.

Después del análisis de estas alternativas, el dimensionamiento del puente Chota tendría una luz de 23 m., una altura del tablero de 1641.6 m para asegurar un gálibo adecuado, evitando posibles obstrucciones durante eventos de crecida. Este ajuste se basó en el cálculo de la altura del tirante del agua, que para un tiempo de retorno (TR)

de 140 años resultó ser de 1640.09 m (Tabla 28). A este valor se añadió un gálibo mínimo de 1.5 m, obteniendo una altura bajo el tablero de 1641.59 m, redondeada a 1641.60 m. La altura total del estribo se definió en 11 m, con una base de 7.60 m (para detalles adicionales sobre las dimensiones del estribo, ver Figuras 10 y 11).

**Tabla 28.** Dimensionamiento del puente choto.

| Parámetro                           | Valor           |
|-------------------------------------|-----------------|
| Luz libre del puente (m)            | 23              |
| Concreto f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> | 280             |
| Número de carriles                  | 1               |
| Ancho de calzada (m)                | 3.30            |
| Separación entre vigas (m)          | 3.00            |
| Vigas                               | 0.65 m x 1.70 m |
| Losa (m)                            | 0.20            |
| Número de diafragmas                | 4               |
| Vigas diafragmadas                  | 0.30 m x 1.40 m |

|                        |      |
|------------------------|------|
| Altura del estribo (m) | 11   |
| Base del estribo (m)   | 7.60 |

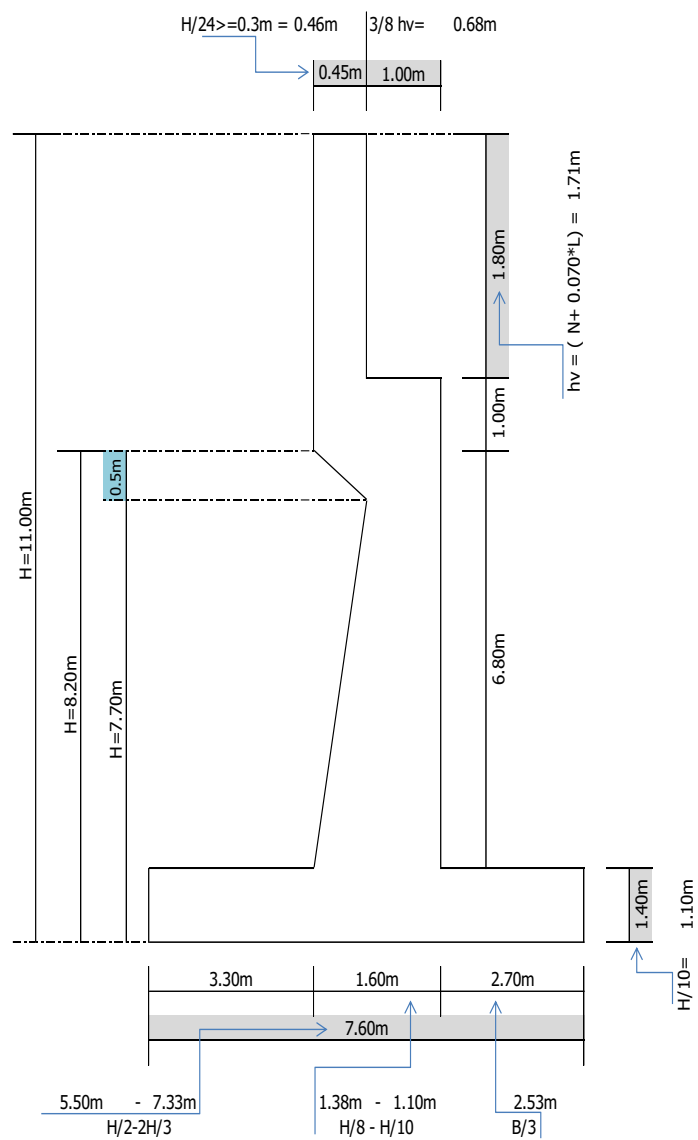


Figura 10. Pre-dimensionamiento del estribo.

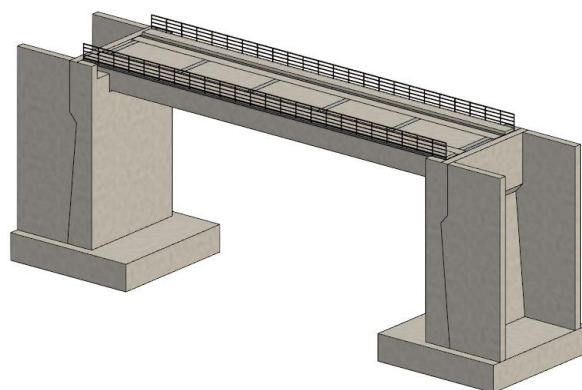


Figura 11. Vista 3D del puente chota

## CONCLUSIONES

La mejor alternativa corresponde a una combinación de técnicas de gaviones y muros de contención o voladizo.

Se propone un puente con luz de 23 m., una altura total del estribo de 11 m., con base de 7.60 m. para garantizar un gálibo mínimo de 1.5 m. por encima del nivel de tirante de agua correspondiente al tiempo de retorno de 140 años.

## Financiamiento

Las autoras no recibieron financiamiento para la ejecución de la investigación.

## Conflictos de intereses

No existe ningún tipo de interés con los contenidos del artículo científico

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aureli, F., Mignosa, P., Prost, F., & Dazzi, S. (2021). Hydrological and Hydraulic Flood Hazard Modeling in Poorly Gauged Catchments: An Analysis in Northern Italy. *Hydrology*, 8(4), 149. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/hydrology8040149>
- Biswas, M., & Banerjee, P. (2018). Bridge construction and river channel

morphology— A comprehensive study of flow behavior and sediment size alteration of the River Chel, India. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(16), 1-23. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12517-018-3789-7>

- Capacci, L., & Biondini, F. (2020). Probabilistic life-cycle seismic resilience assessment of aging bridge networks considering infrastructure upgrading. *Structure and Infrastructure Engineering*, 16(4), 659-675. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/15732479.2020.1716258>

Cabral, E. (20 de marzo de 2017). Las terribles cifras del Niño costero. *Ojo Público*. <https://ojo-publico.com/401/las-terribles-cifras-del-nino-costero-nivel-nacional>

Hora Trece. (03 de octubre de 2024). Cochabamba, Chota, Cajamarca ¿Queríamos lluvia? Torrencial lluvia sorprende a población de Cochabamba en la provincia de Chota. Hora Trece: <https://web.facebook.com/watch/?v=1247458750034875>

- INDECI. (2023). *Reporte complementario N° 2571 - 9/3/2023/COEN - INDECI/ 18:40 Horas (Reporte N° 1). Inundación por desborde río en el distrito de Cochabamba*. Instituto de Defensa Civil (INDECI).
- Moya , V. (21 de marzo de 2017). Colapso puente en Perú importancia de socavación hidráulica. *iagua*. <https://n9.cl/0mek>
- Municipalidad Distrital de Cochabamba. (09 de marzo de 2023). *La Municipalidad Distrital de Cochabamba inicia trabajos de protección en el puente de Santa Isolina Bajo*. Gobierno del Perú: <https://www.gob.pe/institucion/municipalidad-distrital-de-cochabamba-inicia-trabajos-de-proteccion-en-el-puente-de-santa-isolina-bajo>
- MTC. (2018). *Manual de Puentes*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). [https://doi.org/https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUAL%20DE%20PUENTES%20PDF.pdf](https://doi.org/https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUAL%20DE%20PUENTES%20PDF.pdf)
- Príncipe, J. C. (2019). *Evaluación de los puentes con socavación ubicados en la provincia de Yungay- Ancash*. [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro]. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/11382>
- Rodríguez, J. (2019). *Socavación en lechos de ríos y fondos marinos*. [Trabajo de maestría, Universidad de Sevilla].
- RPP. (8 de febrero de 2020). Puente Victoria colapsa ante la vista de los habitantes por crecida del río en Junín [VIDEO]. *RPP*. <https://rpp.pe/peru/junin/junin-puente-victoria-colapsa-ante-la-vista-de-los-habitantes-por-crecida-del-río-tarma-video-noticia-1244530#:~:text=El%20puente%20Victoria%2C%20en%20el,registrado%20heridos%2C%20solo%20da%C3%B1os%20materiales>
- TvPerú noticias. (16 de marzo de 2017). Puente Solidaridad colapsó ante crecida del río Rímac. *TvPerú noticias*. <https://www.tvperu.gob.pe/noticias/locales/puente-solidaridad-colapso-ante-crecida-del-río-rimac>
- Wang, S., Wei, K., Shen, Z., & Xiang, Q. (2019). Experimental investigation of local scour protection for cylindrical bridge piers using anti-scour collars. *Water*, 11(7), 1-19. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w11071515>.

### Contribución de autoría

1. Neysi Ever Manuel Rojas Gonzáles: Concepción y elaboración del manuscrito.
2. Edwin Núñez Bustamante: Concepción y elaboración del manuscrito.
3. Luis Alberto Orbegoso Navarro: Análisis de datos

Recibido: 10-06-2025 Aceptado: 7-08-2025 Publicado:8-08-2025

## Nivel de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de albañilería y adobe con Benedetti y Petrini

Seismic vulnerability level in masonry and adobe buildings with Benedetti and Petrini

Elver Astonitas Castillo <sup>1\*</sup>  Ulises Chávez Martínez <sup>1\*</sup>  Carmen Rosa Cárdenas Rosales <sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Ciudad Universitaria Colpamatara, 06120, Chota, Cajamarca, Perú.

\*Autor de correspondencia: [email: crcardenasr@unach.edu.pe]

### RESUMEN

En la ciudad de Lajas (Chota, Cajamarca, Perú) se evidencia un entorno urbano expuesto a la actividad sísmica, con predominancia en edificaciones informales de albañilería y adobe que han sido construidas sin tener en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Así, el objetivo fue evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería y adobe aplicando la metodología de Benedetti y Petrini. Para ello, se adaptaron los 11 parámetros del método a la normativa peruana vigente y se aplicaron fichas técnicas de evaluación In – Situ a 1237 viviendas distribuidas en cinco sectores de la ciudad; 910 edificaciones de albañilería y 327 edificaciones de adobe. La colecta de datos se realizó con visitas a campo, entrevistas a propietarios y análisis de gabinete. De este modo, en edificaciones de albañilería el 76.04% presentan vulnerabilidad sísmica baja, el 21.21% media y el 2.75% alta. En contraste, las edificaciones de adobe reflejaron una situación crítica, siendo: 0.92% evidenció vulnerabilidad sísmica baja, el 27.83% media y el 71.25% alta. Las edificaciones de albañilería presentan en su mayoría bajo nivel de vulnerabilidad sísmica, reflejando mejor capacidad de respuesta ante cualquier evento sísmico; En contraste, las edificaciones de adobe están propensas a sufrir daños severos evidenciando la necesidad urgente de intervenciones de refuerzo y mitigación del riesgo.

*Palabras clave:* Arriostre, Diafragma, Parámetros de evaluación, tipología de vivienda, vulnerabilidad estructural.

### ABSTRACT

In the city of Lajas (Chota, Cajamarca, Perú), an urban environment exposed to seismic activity is evident, with a predominance of informal masonry and adobe buildings that have been constructed without taking into account the National Building Regulations (RNE). Thus, the objective was to evaluate the level of seismic vulnerability of masonry and adobe buildings using the Benedetti and Petrini methodology. To do so, the 11 parameters of the method were

adapted to current Peruvian regulations, and in situ assessment data sheets were applied to 1,237 homes distributed across five sectors of the city: 910 masonry buildings and 327 adobe buildings. Data collection was conducted through field visits, interviews with owners, and desk analysis. Thus, 76.04% of masonry buildings show low seismic vulnerability, 21.21% medium, and 2.75% high. In contrast, adobe buildings showed a critical situation, with 0.92% showing low seismic vulnerability, 27.83% medium, and 71.25% high. Masonry buildings mostly show low levels of seismic vulnerability, reflecting a better response capacity to any seismic event. In contrast, adobe buildings are prone to severe damage, highlighting the urgent need for reinforcement and risk mitigation interventions.

*Keywords:* Bracing, Diaphragm, Evaluation parameters, housing typology, structural vulnerability.

## INTRODUCCIÓN

Un evento sísmico constituye una de las amenazas naturales más significativas a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se registran más de un millón de sismos al año, con una media aproximada de 2 sismos por minuto a nivel mundial. La intensidad de estos fenómenos ha tenido impactos devastadores, como el terremoto ocurrido en Turquía y Siria en 2023, que dejó más de 56 000 personas fallecidas, además de grandes daños materiales y pérdidas económicas (Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres [UNDRR, 2024]).

Latinoamérica presenta una alta vulnerabilidad sísmica debido a su ubicación en los límites de los zócalos litosféricos (Placas de Nazca y Sudamericana). En esta región, Perú destaca por su alta actividad sísmica, dado que también se encuentra dentro del Cinturón de Fuego del pacífico que concentra cerca del 85% de la actividad sísmica a nivel mundial (Márquez & Velarde, 2020).

En el país han ocurrido, eventos como el terremoto de Pisco en 2007 (IX en la escala de Mercalli Modificada) dejó 597 muertos y más de 76 000 viviendas inhabitables (Riofrio, 2008), afectando en grandes proporciones a dicha ciudad. La región Cajamarca, ha sido históricamente identificada como zona propensa a sufrir eventos sísmicos de diversas intensidades, registrando eventos significativos de magnitud superior a 4 Mw desde 1900.

La ciudad de Lajas carece de información detallada sobre vulnerabilidad sísmica de sus edificaciones, donde la mayoría son construidas informalmente, sin supervisión técnica, sin criterios sismorresistentes. Además, el crecimiento urbano no planificado, la construcción sin supervisión técnica, incrementa la vulnerabilidad de las edificaciones. La problemática se agudiza al no existir estudios exhaustivos sobre la capacidad sísmica de la infraestructura limitando la elaboración de planes de mitigación y la toma de decisiones de acuerdo con las necesidades locales.

En este contexto, el objetivo en este estudio fue evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica

de las edificaciones de albañilería y adobe en la ciudad de Lajas, Chota, Cajamarca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

La presente investigación se realizó en la ciudad de Lajas, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, localizado en las coordenadas UTM. WGS84 – 17S, 750552 E y 9274601 N y a 2134 m.s.n.m (Figura 1). El clima en la zona se caracteriza

por ser templado, con lluvias moderadas y una variación de temperatura moderada, registrándose temperaturas mínimas de 4.9°C y máximas de 22.2°C. La humedad relativa alcanza el 85%, entre tanto, la precipitación pluvial anual es de 119 mm (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI, 2024]). El tipo de suelo identificado corresponde a un Tipo S2, conforme a la (Norma E.030, 2020).

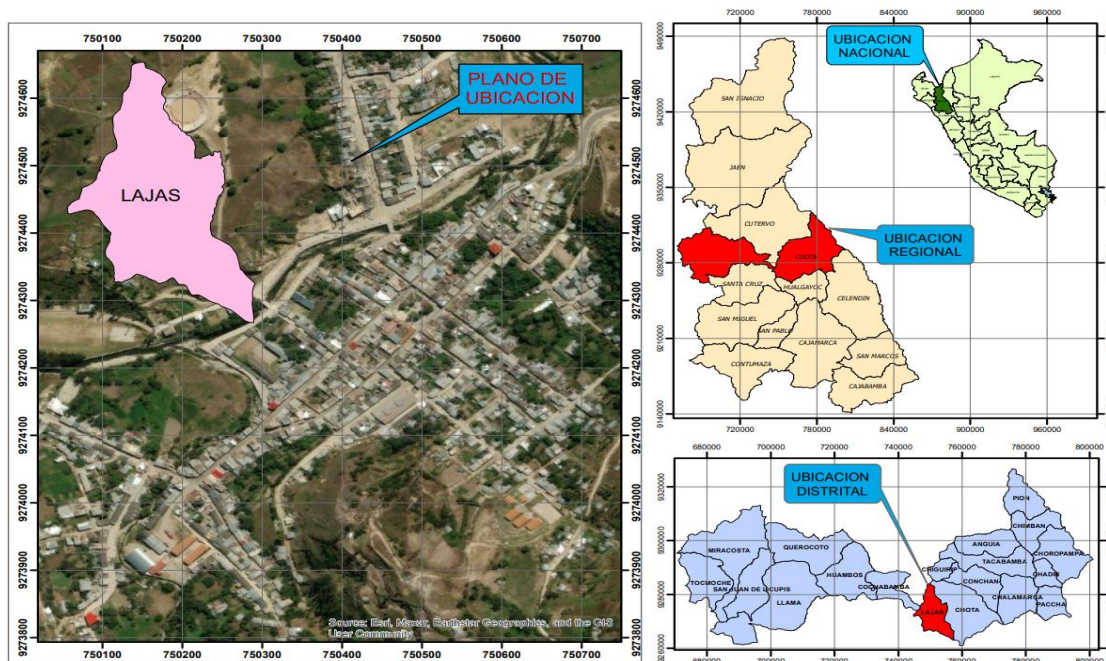


Figura 1. Mapa de ubicación de las viviendas en la ciudad de Lajas, Chota, Cajamarca.

### Diseño estadístico

La presente investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental, descriptivo, tipo correlacional y enfoque cualitativo.

Para asegurar la validez estadística del análisis, se diseñó un proceso de muestreo probabilístico estratificado proporcional, basado en la tipología de las edificaciones. La población total correspondió a 1237 edificaciones del casco urbano de la ciudad de Lajas, distribuidas en cinco sectores. Para

determinar el tamaño de la muestra, se utilizó la siguiente fórmula estadística para una población finita (Aguilar, 2005).

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{Z^2 * p * q + E^2(N - 1)}$$

Donde:

**n** = tamaño de la muestra, **N** = tamaño de la población (1237 edificaciones) **Z**= 1.96 al cuadrado (95% del nivel de confianza), **E**= 10% (margen de error), **p** y **q** parámetros estadísticos de población, **p** y **q** (50%).

Resultando el tamaño de muestra,  $n = 90$  edificaciones. Para distribuir el muestreo según el tipo de edificación albañilería (Figura 2 y Figura 3) y adobe (Figura 4), se empleó la fórmula de asignación proporcional por estrato, con el fin de garantizar que todos los elementos de la población tuvieran una oportunidad equitativa de ser elegidos y clasificados según su tipología (Otzen & Manterola, 2017).

$$ne = \frac{Ne * n}{N}$$

**ne** = es el número total de viviendas para cada estrato, **Ne** = el número total por tipología (910 albañilería y 327 adobe), **n** = (90 edificaciones), **N** = (1237 tamaño de la población). Resultando 66 estratos en edificaciones de albañilería y 24 estratos en edificaciones de adobe.



Figura 2. Edificación de albañilería típica del lugar de estudio.



Figura 3. Edificación de albañilería no confinada típica del lugar de estudio.



**Figura 4.** Edificación de adobe típica del lugar de estudio.

#### **Colecta de datos**

Para la identificación de lotes se solicitó el plano catastral actualizado a la Municipalidad Distrital de Lajas, para actualizarlo se realizó un reconocimiento de campo mediante visitas al lugar e imágenes satelitales.

Para la recolección de datos, se realizó visitas "In situ" a la totalidad de edificaciones, con el consentimiento de los propietarios se prosiguió a evaluar las edificaciones, además se complementó con la utilización del software Google Earth Pro, con la finalidad de obtener información más detallada de las edificaciones, procediendo con el llenado de las fichas técnicas permitiendo evaluar los 11 parámetros para cada tipo de edificación.

Así mismo, estos datos se plasmaron en hojas de Excel, permitiendo recolectar la información de manera precisa y ordenada de cada edificación, lo que permite clasificar

los niveles de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Lajas.

La metodología utilizada fue de Benedetti y Petrini adaptadas a las características del RNE del Perú, así como también ajustadas a la realidad de la zona evaluada.

Para la aplicación de este método se utilizó una ficha técnica de evaluación que contiene 11 parámetros, para evaluar las características de la edificación a través de inspecciones visuales, los parámetros evaluados fueron los siguientes: organización del sistema resistente, calidad del sistema resistente, resistencia convencional, posición del edificio y cimentación, diafragma horizontal, configuración en planta, configuración en elevación, separación máxima entre muros, tipo de cubierta, elementos no estructurales y estado de conservación.

Donde cada uno de estos parámetros presenta cuatro niveles de calificación: A (optima), B (moderada), C (deficiente) y D

(muy deficiente), con valores numéricos asignados desde ( $K_i=0$ ) hasta ( $K_i=45$ ). Estos se ponderan mediante un coeficiente de

importancia ( $W_i$ ), determinando a partir de valoraciones de expertos, como se observa En la tabla 1.

**Tabla 1.** Escala numérica del Índice de Vulnerabilidad "IV" de las edificaciones de albañilería y adobe.

| Parámetros |                                     | Clase $K_i$ |    |    |    | Peso ( $W_i$ ) |
|------------|-------------------------------------|-------------|----|----|----|----------------|
|            |                                     | A           | B  | C  | D  |                |
| 1          | Organización del sistema resistente | 0           | 5  | 20 | 45 | 1.00           |
| 2          | Calidad del sistema resistente      | 0           | 5  | 25 | 45 | 0.25           |
| 3          | Resistencia convencional            | 0           | 5  | 25 | 45 | 1.50           |
| 4          | Posición del edificio y cimentación | 0           | 5  | 25 | 45 | 0.75           |
| 5          | Diafragmas horizontales             | 0           | 5  | 15 | 45 | 1.00           |
| 6          | Configuración en planta             | 0           | 5  | 25 | 45 | 0.50           |
| 7          | Configuración en elevación          | 0           | 5  | 25 | 45 | 1.000          |
| 8          | Separación máxima entre muros       | 0           | 5  | 25 | 45 | 0.25           |
| 9          | Tipo de cubierta                    | 0           | 15 | 25 | 45 | 1.00           |
| 10         | Elementos o estructurales           | 0           | 0  | 25 | 45 | 0.25           |
| 11         | Estado de conservación              | 0           | 5  | 25 | 45 | 1.00           |

Fuente: (Mesta, 2014).

**Parámetro 01:** se evaluó si se ha tenido en cuenta las normativas E.070, E.080.

**Parámetro 02:** se evaluó el tipo de mampostería utilizado.

**Parámetro 03:** se evaluó la capacidad de la edificación para soportar cargas horizontales, el sistema resistente de muros en sus dos direcciones.

**Parámetro 04:** se evaluó la ubicación de la vivienda, considerando el tipo de suelo y la inclinación del terreno donde está ubicada.

**Parámetro 05:** se evaluó los diagramas horizontales, donde debe tener unión losa – muros de forma correcta.

**Parámetro 06:** se evaluó la configuración en planta de la edificación, donde se emplea la

relación larga – ancho, siendo las estructuras rectangulares o cuadradas las más adecuadas.

**Parámetro 07:** se verificó que no exista irregularidad en altura, donde se realiza la evaluación a través de la variación de áreas de los pisos superiores con respecto al área del piso inferior.

**Parámetro 08:** se evaluó la distancia máxima entre muros, donde se tiene en cuenta el espesor del muro principal y la distancia máxima entre muros transversales.

**Parámetro 09:** se evaluó la resistencia de la cubierta para soportar esfuerzos producidos por un sismo, considerando el diseño, material, conexión y su carga.

**Parámetro 10:** se examinó los elementos como cornisas, parámetros, balcones, tanques elevados, etc. Que estén bien conectados al sistema estructural.

**Parámetro 11:** evaluó el estado actual de la vivienda de acuerdo a su antigüedad, así como los desperfectos internos y externos. Para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica, se realizó la sumatoria ponderada de los 11 parámetros como indica la siguiente ecuación.

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

Donde:Iv= Índice de Vulnerabilidad, teniendo índices entre 0 a 382.50.

Ki: Valor numérico asignado al parámetro.

Wi= Coeficiente de peso relativo del parámetro

Finalmente, se obtiene el nivel de vulnerabilidad sísmica normalizado.

Los rangos del nivel de vulnerabilidad sísmica se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Rangos del Nivel de vulnerabilidad sísmica.

| Nivel de Vulnerabilidad sísmica | Porcentaje     |
|---------------------------------|----------------|
| Baja                            | 0 ≤ IV < 20%   |
| Media                           | 20% ≤ IV < 40% |
| Alta                            | IV ≥ 40 %      |

**Base de datos en SIG**

Se evaluaron 1237 edificaciones, distribuidas en cinco sectores, donde los resultados se procesaron en el software Microsoft Excel, así mismo se actualizo el plano catastral de la ciudad de Lajas en el software AutoCAD, y se integraron al sistema de Información Geoespacial (SIG), para lo cual se utilizó el software ArcGIS 10.8 para clasificar la vulnerabilidad.

Cabe indicar que la información geográfica referencial en la base de datos de los softwares utilizados, fueron proyectados dentro del sistema de información geográfica Universal de Mercator (UTM), perteneciendo a la zona 17 sur.

**Análisis de datos**

**Elaboración de fichas de evaluación**

De acuerdo a la metodología utilizada de Benedetti y Petrini se elaboró fichas de evaluación para los 11 parámetros (organización del sistema resistente, calidad del sistema resistente, Resistencia convencional, posición de la edificación y cimentación, diafragmas horizontales, configuración en planta, configuración en elevación, distancia máxima entre los muros, tipo de cubierta, elementos no estructurales, estado de conservación) las características de evaluación fueron adecuadas estrictamente a las normativas que rigen en el Perú.

La evaluación se realizó mediante inspección visual a la edificación recopilando detalladamente sus características de los 11 parámetros de

evaluación para luego clasificar y determinar el tipo de clase de cada parámetro en el software Microsoft Excel. Una vez determinado el tipo de clase se asignó su respectivo coeficiente de evaluación y multiplicado por el coeficiente de peso que brinda la metodología de Benedetti y Petrini según el parámetro evaluado; estos factores varían de acuerdo con el parámetro. Posteriormente se realizó la sumatoria total y se determina el nivel de vulnerabilidad sísmica para cada edificación. Determinado el nivel de vulnerabilidad sísmica de cada edificación se procede a

realizar los planos en el software ArcGIS 10.8, teniendo como base el plano clave actualizado al año 2024 proporcionado por la Municipalidad Distrital de Lajas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 y Figura 5 se muestra el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería: 692 edificaciones estructuralmente están mejor preparadas ante un sismo de mediana magnitud; 193 edificaciones experimentaran daños moderados y 25 edificaciones presentaran daños severos.

Tabla 3. Nivel de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de albañilería.  
Edificaciones de albañilería

| Nivel de vulnerabilidad | N° edificaciones | %       |
|-------------------------|------------------|---------|
| Baja                    | 692              | 76.04%  |
| Media                   | 193              | 21.21%  |
| Alta                    | 25               | 2.75%   |
| Total                   | 910              | 100.00% |

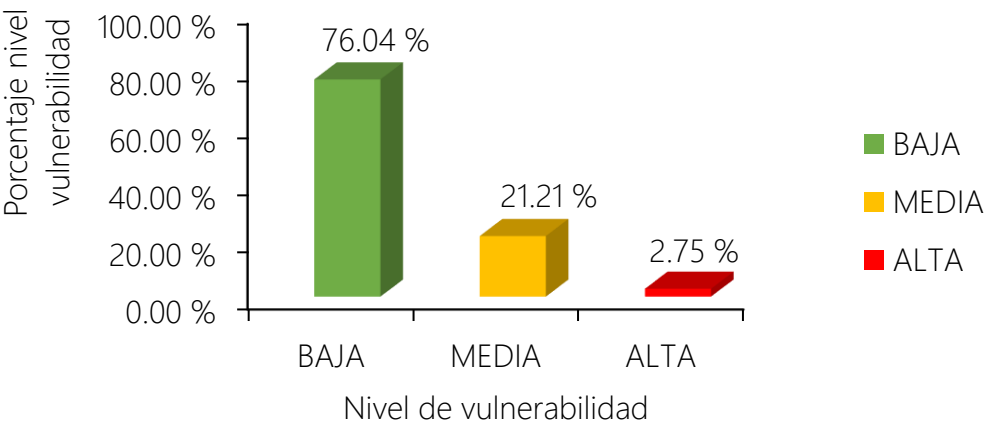


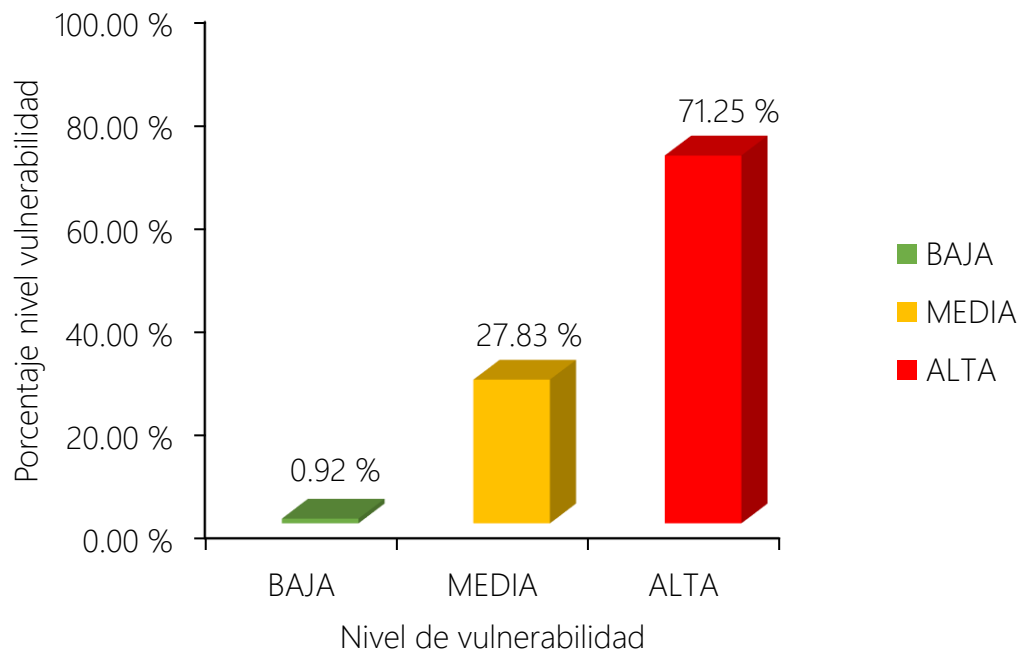
Figura 5. Porcentaje del nivel de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de albañilería.

Estos resultados indican que las edificaciones de albañilería tendrán respuesta favorable ante un evento sísmico de moderada intensidad, dado que la mayoría de edificaciones han sido construidas en la última década, lo que garantiza su buen estado estructural y, por ende, una reducción en el nivel de daños. Por tal razón el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería es bajo en su gran mayoría. Wong & Wong (2021) en su investigación de grado: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando los índices de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en las edificaciones comunes en la ciudad de Pomalca”; evaluó 2671 edificaciones de albañilería obteniendo los siguientes resultados: nivel de vulnerabilidad sísmica baja: 298 edificaciones, media: 1475 y alta: 898 edificaciones. Los resultados son semejantes debido a que las investigaciones

realizadas se ubican en zonas sísmicas similares, el sistema constructivo es muy semejante, materiales comunes. El nivel de vulnerabilidad en edificaciones de albañilería es bajo, debido a que los materiales utilizados, proceso constructivo, uso de las normativas, se han aplicado correctamente; Aunque existe un porcentaje reducido de edificaciones con riesgo alto debido a que dichas viviendas son antiguas, la calidad de materiales utilizados deficientes, además no se han cumplido con las normativas que rigen en nuestro país. En la tabla 4 y Figura 6 se muestra el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de adobe: 3 edificaciones presentaran respuesta sísmica favorable, 91 edificaciones experimentaran daños moderadas y 233 edificaciones presentaras daños severos o colapsos.

**Tabla 4.** Nivel de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de adobe.

| Edificaciones de adobe  |                  |          |
|-------------------------|------------------|----------|
| Nivel de vulnerabilidad | N° edificaciones | %        |
| Baja                    | 3                | 0.92 %   |
| Media                   | 91               | 27.83 %  |
| Alta                    | 233              | 71.25 %  |
| Total                   | 327              | 100.00 % |



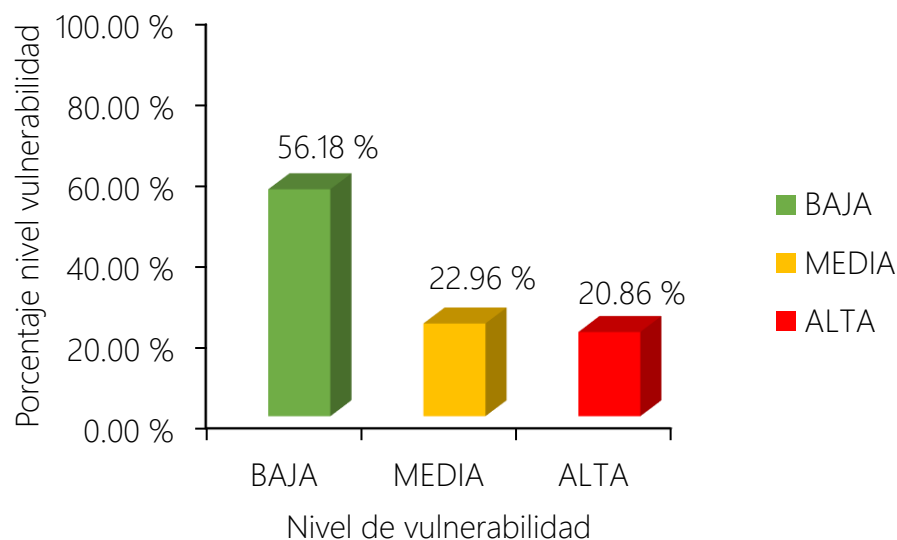
**Figura 6.** Porcentaje del nivel de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de adobe.

Estos resultados indican que las edificaciones de adobe tendrán una respuesta muy deficiente ante un evento sísmico, debido a que las unidades de adobe es un material frágil, otros factores importantes es la antigüedad de las edificaciones y al no contar con mantenimiento contribuyen a aumentar su vulnerabilidad representando un riesgo latente muy alto.

En la Tabla 5 y Figura 7 y 8 se muestra el nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de albañilería y adobe de la ciudad de Lajas, Chota, Cajamarca: 695 edificaciones tendrán respuesta sísmica favorable, 284 edificaciones presentaran deficiencias estructurales y daños moderados y 258 edificaciones presentaran daños severos.

**Tabla 5.** Nivel de vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de la ciudad de Lajas.

| Edificaciones de la ciudad de Lajas |                  |          |
|-------------------------------------|------------------|----------|
| Nivel De Vulnerabilidad             | N° EDIFICACIONES | %        |
| Baja                                | 695              | 56.18 %  |
| Media                               | 284              | 22.96 %  |
| Alta                                | 258              | 20.86 %  |
| Total                               | 1237             | 100.00 % |



**Figura 7.** Porcentaje del nivel de vulnerabilidad sísmica en edificaciones de la ciudad de Lajas.

Estos resultados indican que, en caso de un sismo de intensidad moderada, se podrían generar daños significativos, con un riesgo elevado de colapso en varias edificaciones, especialmente en aquellas construidas de adobe.

Wong & Wong (2021) en su investigación de grado: "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando los índices de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini en las edificaciones comunes en la ciudad de Pomalca"; evaluó 4610 edificaciones

obteniendo los siguientes resultados: nivel de vulnerabilidad sísmica baja: 298 edificaciones, media: 1895 y alta: 2417 edificaciones. Los resultados obtenidos en ambas investigaciones se asemejan debido al método constructivo similar, materiales muy similares, zonificación sísmica similar.

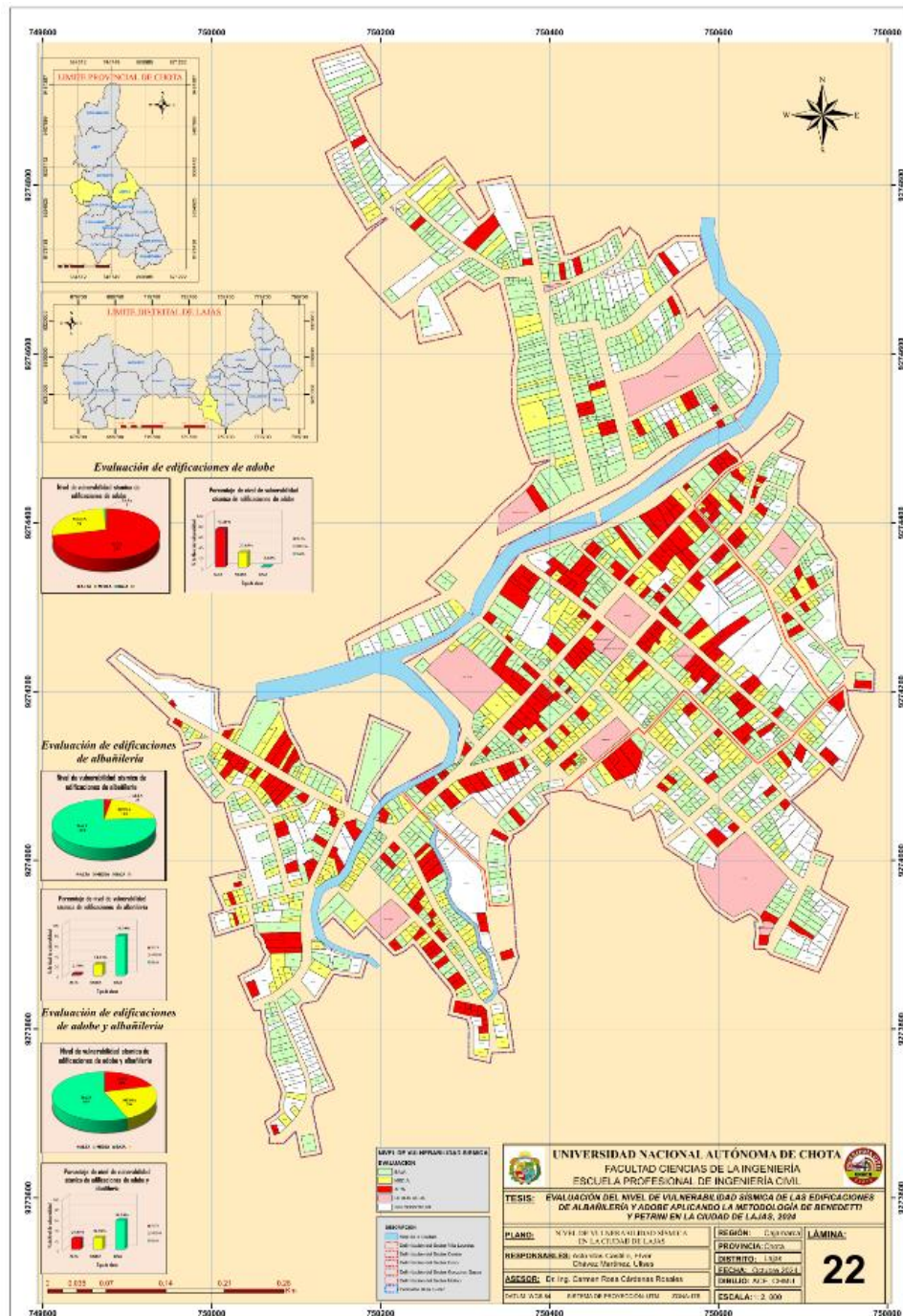


Figura 8. Plano del Nivel de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Lajas.

## CONCLUSIONES

Las edificaciones de albañilería tienen buena capacidad de respuesta ante un evento sísmico de mediana intensidad.

Las edificaciones de adobe debido a la antigüedad y falta de mantenimiento presentan un peligro latente muy alto, ante la ocurrencia de un evento sísmico de mediana intensidad.

## Agradecimientos

A los propietarios de las 1237 edificaciones evaluadas por permitirnos ingresar a sus viviendas para realizar la evaluación visual de las edificaciones.

## Financiamientos

La investigación fue financiada por los autores de dicha investigación.

## Conflictos de intereses

No existe interés con el contenido del artículo científico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agudelo, L. G., & Aignerren, J. M. (2008). Diseños de investigación experimental y no-experimental. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, 1-46. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10495/2622>

Aguilar, S. (enero-agosto de 2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud en Tabasco, 11(1-2), 333 - 338. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>

Bustos, F. J. (2022). Aplicación del método de Benedetti-Petrini para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones residenciales ubicadas en el sector 25 en el distrito del Rímac, provincia y departamento de Lima. [Tesis de licenciatura]: Universidad de San Martín de Porres. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12727/12090>

Cervera, O., Lorrén, Á., & Ruiz, Á. (24 de 06 de 2023). Método del Índice de Vulnerabilidad Sísmica Usando el Sistema de Información Geográfica, Una Aplicación a Escala Urbana. Rev Politéc, 53(1), 95-103. Obtenido de <https://doi.org/10.33333/rp.vol52n1.10>

Cunalata, F., & Caiza, P. (2022). Estado del Arte de Estudios de Vulnerabilidad Sísmica en Ecuador. Revista Politecnica, 50(1), 55-64. Obtenido de <https://doi.org/10.33333/rp.vol50n1.06>

Hurtado, R., & Tantarico, E. A. (2023). Vulnerabilidad sísmica empleando el método de índice de Benedetti-Petrini en las viviendas de mampostería del asentamiento humano diez de marzo-Fila alta-Jaén-Cajamarca. [Tesis de licenciatura]: Universidad Nacional de Jaén. Obtenido de <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/529>

Márquez, E., & Velarde, O. F. (2020). Evaluación comparativa entre sistemas estructurales tradicionales

- de concreto armado vs estructura con aislación sísmica en base para el Hospital Huari de categoría II-1 en Ancash. [Tesis de licenciatura]: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/652668>
- Mesta, C. A. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel. [Tesis de grado]: Universidad de San Martín de Porres. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12727/4014>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). Norma Técnica E.030:Diseño sismorresistente.
- Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). Norma Técnica E.080: Diseño y construcción con tierra reforzada. Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International journal of morphology*, 35(1), 227-232. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071795022017000100037&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071795022017000100037&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Riofrio, G. (2008). Derechos Reales y Reconstrucción tras el Sismo en Pisco: Testimonios Sobre el Shock del Derecho en Zonas de Desastre. *Derecho & Sociedad*, (30), 201-215. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7792857.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). (2024). Pronostico de tiempo para Cajamarca (Cajamarca). Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe>
- UNDRR. (06 de febrero de 2024). Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. Obtenido de Primer aniversario de los terremotos del 6 de febrero en Turquía y Siria: <https://www.undrr.org/news/one-year-anniversary-6-february-earthquakes-turkiye-and-syria>

#### Contribución de autoría

##### 1. Elver Astonitas Castillo

Concepción, elaboración y análisis de datos

##### 2. Ulises Chávez Martínez

Concepción, elaboración y análisis de datos

##### 3. Carmen Rosa Cárdenas Rosales

Concepción del documento y análisis de datos

Recibido: 8-06-2025 Aceptado: 5-08-2025

Publicado: 8-08-2025

## Sustitución de agregado fino por filler calizo en morteros para mampostería estructural en Chota, Cajamarca

Substitution of fine aggregate for limestone filler in mortars for structural masonry in Chota, Cajamarca

Yoner Jhoan Idrogo Huamán \*  Claudia Emilia Benavidez Nuñez 

<sup>1</sup> Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Ciudad Universitaria Colpamatara, 06120, Chota, Cajamarca, Perú.

\*Autor de correspondencia: [email: yoneridrogoh@gmail.com]

### RESUMEN

El filler calizo es un material de origen mineral que se utiliza para mejorar la compacidad del mortero, pero a nivel local este componente no había sido analizado. Así, el objetivo fue determinar la sustitución del agregado fino natural (arena) por filler calizo en el mortero de junta para muros portantes para el asentado de ladrillo King Kong de 18 huecos en muros portantes de las edificaciones de la ciudad de Chota. Para ello, se realizaron pruebas de resistencia a la compresión utilizando distintas dosificaciones de mortero teniendo como muestra a 144 cubos de mortero elaborados con cemento portland tipo I y filler calizo de la cantera Curva Grande o Arena de la cantera Conchán en las dosificaciones 1:3, 1:4, 1:5 y 1:6. Los resultados mostraron que tanto el filler calizo como la arena cumplieron con los requisitos granulométricos y de finura. El mortero elaborado con filler calizo alcanzó una clasificación de mortero tipo S, mientras que el mortero de arena alcanzó una clasificación de mortero tipo N. Ambos

morteros mostraron una excelente adherencia y superaron los requisitos de las normas internacionales. Además, el mortero de filler calizo mostró una mayor resistencia a compresión axial y resistencia al corte diagonal en comparación con el mortero de arena. En conclusión, el filler calizo puede ser utilizado exitosamente en el mortero para el asentado de ladrillo en la ciudad de Chota.

*Palabras clave:* arena, asentado de ladrillo, adherencia, resistencia a compresión, albañilería.

### ABSTRACT

Limestone filler is a mineral-based material used to improve mortar compactness, but this component had not been analyzed locally. Thus, the objective was to determine the replacement of natural fine aggregate (sand) with limestone filler in the joint mortar for load-bearing walls for the laying of 18-hole King Kong bricks in load-bearing walls of buildings in the city of Chota. To this end, compressive strength tests were carried out using different mortar mixes,

taking as a sample 144 mortar cubes made with type I Portland cement and limestone filler from the Curva Grande quarry or sand from the Conchán quarry in mixes of 1:3, 1:4, 1:5, and 1:6. The results showed that both the limestone filler and the sand met the granulometric and fineness requirements. The mortar made with limestone filler achieved a type S mortar classification, while the sand mortar achieved a type N mortar classification. Both mortars showed excellent adhesion and exceeded the requirements of international standards. In addition, the limestone filler mortar showed greater axial compressive strength and diagonal shear strength compared to the sand mortar. In conclusion, limestone filler can be successfully used in mortar for brick laying in the city of Chota.

*Keywords:* sand, brick laying, adhesion, compressive strength, masonry.

## INTRODUCCIÓN

La construcción es una de las actividades económicas más importantes a nivel mundial, pero conlleva a la explotación de los recursos naturales para la producción de materiales, como cemento, mortero y acero (Maury-Ramírez et al., 2022).

En Perú, los materiales de mayor uso en edificaciones son: cemento, mortero, ladrillos y agregados (Collazos & Ruiz, 2019). La construcción de edificaciones depende de la utilización de agregados finos y gruesos para combinar estos con el cemento y lograr concreto y/o mortero (Tenorio & Acosto, 2022). El agregado grueso se obtiene de la trituración de las rocas en tamaños máximos de 1",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ " (Aceros Arequipa, 2019), pero la roca

triturada que no presente esta gradación es desechada lo que genera residuos pétreos, los cuales lejos de ser reutilizados son almacenados en vertederos u otros (Madhav et al., 2018).

El mortero es una mezcla de cemento, arena y agua; la arena gruesa se utiliza para albañilería y la arena fina para enlucidos. El mortero es responsable del ensamblaje de unidades de mampostería portantes y no portantes, pero a pesar de su alto uso en albañilería, el mortero no es tan valorado como el concreto, sin embargo, la estabilidad de un muro de mampostería depende de su calidad. Siendo así, el mortero debe cumplir los requisitos de las NTP 399.610 (INACAL, 2018) y E.070 (MVCS, 2006).

La norma E.070 (MVCS, 2006) recomienda la dosificación 1:4 cemento: arena para la producción de mortero, pero en la ciudad de Chota, según Burga (2022) es usual el uso de otras dosificaciones como 1:5 y 1:6 cemento: arena, utilizando convencionalmente la arena de Conchán, provincia de Chota.

El agregado fino "arena", es trasladado desde el distrito de Conchán, lo que, genera un aumento en el precio de este agregado por el costo de traslado (Carranza, 2021), y considerando que se requiere en una proporción mayor que el cemento, encarece el costo promedio de la mezcla de mortero, además de que, se está usando la única cantera de árido fino, restando disponibilidad a la misma y significando un serio problema para la sostenibilidad ambiental, lo que demanda la búsqueda de nuevos materiales que replacen al árido convencional.

Por otro lado, los agregados gruesos para la ciudad de Chota son adquiridos por medio de proveedores o directamente de las canteras, tales como, cantera La Cangana, del Río Chotano, El Core, Chuyabamba, Pingobamba El Toril, Curva Grande, entre otras. La cantera Curva Grande está ubicada en el centro poblado de Rejopampa Alto, distrito de Chota, hace uso de máquinas industriales para la trituración de roca caliza azul de la formación Cajamarca, sin embargo, del proceso de trituración se genera residuos que no cumplen con el tamaño y dimensión para la venta como agregado grueso en un concreto o confitillo, por ello son desechados o simplemente acumulados en diferentes botaderos, constituyendo un problema de contaminación del medio físico y biológico de dicho centro poblado. Según Srivastava & Singh (2020), El Machi et al. (2021), Arulmoly & Konthesingha (2021), Paes et al. (2022), Madhav et al. (2018) la combinación del cemento con filler calizo en remplazó de la arena para la producción de mortero se puede utilizar con éxito, e incluso puede mejorar importantes propiedades mecánicas del mismo, no obstante, las características de las rocas varían para cada región, por lo que, recomiendan un análisis local antes de su aplicación.

Es en base a lo descrito, el objetivo en este estudio fue determinar la sustitución del agregado fino natural (arena) por filler calizo en el mortero de junta para muros portantes para el asentado de ladrillo King Kong de 18 huecos en muros portantes de las edificaciones de la ciudad de Chota.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

En la presente investigación se utilizaron agregados finos provenientes de dos canteras ubicadas en la provincia de Chota, región Cajamarca (Tabla 1 y Figura 1). La primera es la cantera Curva Grande, situada en la comunidad de Rejopampa (coordenadas UTM WGS84: 17S 762164.75 m E y 9269054.93 m S), la cual produce agregado grueso, pero genera como residuo el filler calizo (agregado fino reciclado). La segunda es la cantera Conchán (coordenadas UTM WGS84: 17S 760444.00 m E y 9288079.00 m S), ubicada a 500 m de la ciudad de Conchán, que suministra agregado fino natural para concreto y mortero. El clima en la zona es frío y parcialmente nublado, con temperaturas entre 10 °C y 25 °C, y precipitaciones máximas de 115.05 mm durante la temporada de lluvias (Senamhi, 2023).

**Tabla 1.** Coordenadas UTM WGS84 17S de las Canteras de Agregado Fino.

| Cantera                    | Distrito | Coordenadas UTM WGS84 17S |             |
|----------------------------|----------|---------------------------|-------------|
|                            |          | Este (m E)                | Norte (m S) |
| Filler Calizo Curva Grande | Chota    | 762164.75                 | 9269054.93  |
| Arena Conchán              | Conchán  | 760444.00                 | 9288079.00  |

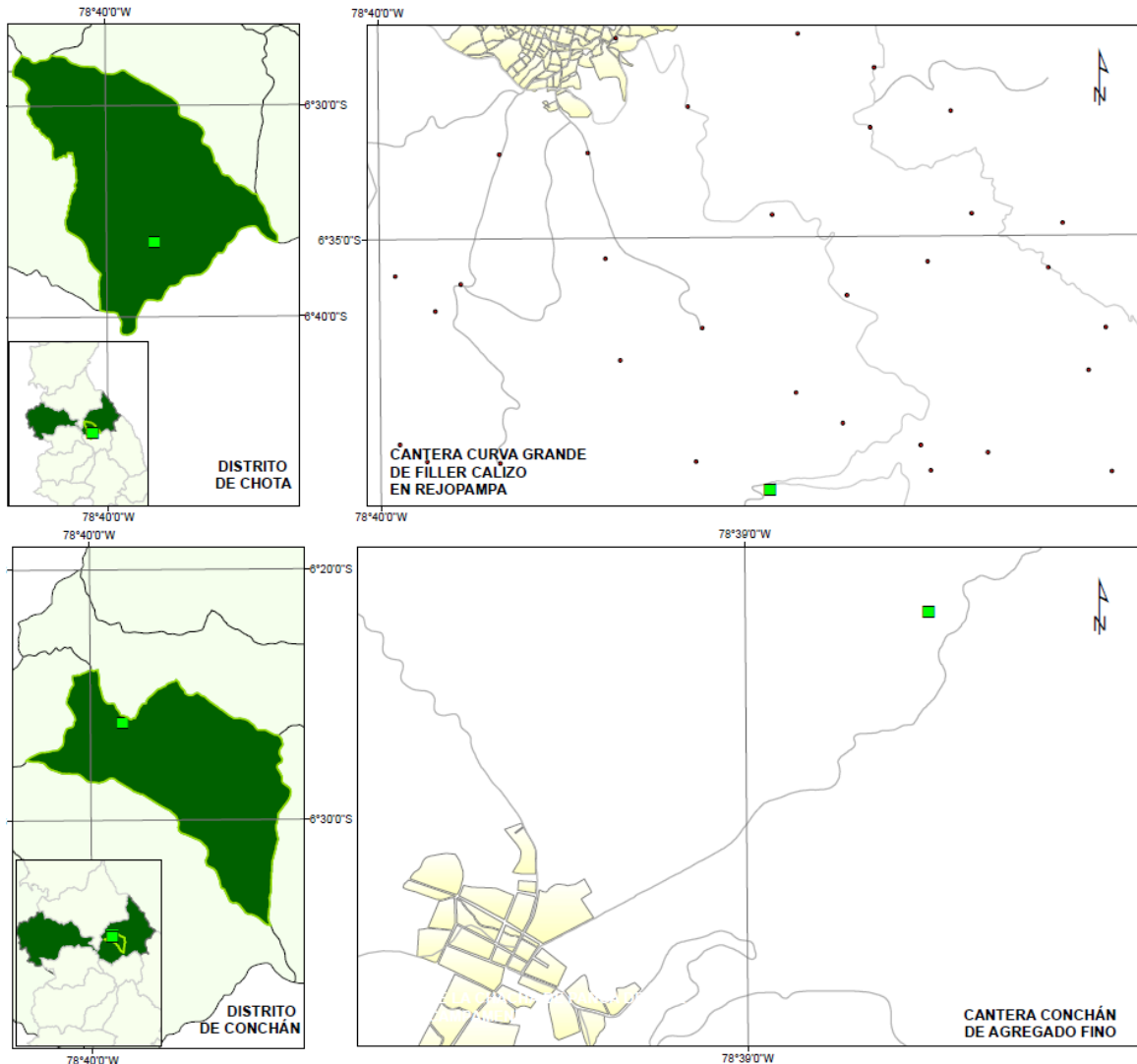


Figura 1. Mapa de Ubicación de las Canteras de Agregado Fino en Chota Cajamarca.

### Diseño estadístico

El estudio presentó enfoque cuantitativo, de tipo básico, con nivel explicativo y diseño experimental clásico con pre test y post test, donde el grupo de control estuvo conformado por mortero con arena y el grupo experimental por mortero con filler calizo, evaluando el cumplimiento de la NTP 399.610 (INACAL, 2018) y la norma E.070 (MVCS, 2006). El muestreo fue por

conveniencia, considerando las condiciones establecidas en las normas técnicas peruanas, y se analizaron 144 cubos de mortero, 24 especímenes de ladrillos cruzados y 24 unidades de ensayo de albañilería (pilas y muretes), correspondientes a las dosificaciones 1:3, 1:4, 1:5 y 1:6 de cemento con agregado fino natural y reciclado (Tabla 2, 3, 4 y 5).

**Tabla 2.** Número de especímenes de mortero cemento: arena.

| Resistencia a compresión (días) | Dosificación cemento: arena |     |     |     | Total |
|---------------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-------|
|                                 | 1:3                         | 1:4 | 1:5 | 1:6 |       |
| 7                               | 6                           | 6   | 6   | 6   | 24    |
| 14                              | 6                           | 6   | 6   | 6   | 24    |
| 28                              | 6                           | 6   | 6   | 6   | 24    |
| Total                           | 18                          | 18  | 18  | 18  | 72    |

**Tabla 3.** Número de Especímenes de Mortero Cemento: Filler Calizo.

| Resistencia a compresión (días) | Dosificación cemento: filler calizo |     |     |     | Total |
|---------------------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-------|
|                                 | 1:3                                 | 1:4 | 1:5 | 1:6 |       |
| 7                               | 6                                   | 6   | 6   | 6   | 24    |
| 14                              | 6                                   | 6   | 6   | 6   | 24    |
| 28                              | 6                                   | 6   | 6   | 6   | 24    |
| Total                           | 18                                  | 18  | 18  | 18  | 72    |

**Tabla 4.** Número de Muestras de Dos Ladrillos Cruzados Unidos con Mortero para Pruebas de Adherencia a Tracción Directa.

| Tipo de mortero   | Dosificación cemento: agregado fino |     |     |     | Total |
|-------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-------|
|                   | 1:3                                 | 1:4 | 1:5 | 1:6 |       |
| Con arena         | 3                                   | 3   | 3   | 3   | 12    |
| Con filler calizo | 3                                   | 3   | 3   | 3   | 12    |
| Total             | 6                                   | 6   | 6   | 6   | 24    |

**Tabla 5.** Número de Ensayos en Albañilería con Mortero Cemento: Arena y Mortero con Cemento: Filler Calizo en la Dosificación Adecuada

| Pilas y muretes asentados con mortero de cemento: agregado fino (arena o filler calizo) | Compresión axial | Compresión diagonal | Total |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|-------|
| 1:3                                                                                     | 3                | 3                   | 6     |
| 1:4                                                                                     | 3                | 3                   | 6     |
| 1:5                                                                                     | 3                | 3                   | 6     |
| 1:6                                                                                     | 3                | 3                   | 6     |
| Total                                                                                   | 12               | 12                  | 24    |

## Colecta de datos

**Obtención de filler calizo.** Para esta actividad se han utilizado herramientas manuales (palanas, carretillas, baldes y

saquetas), para recoger el material desechado de la comercialización de la piedra triturada y trasladarlo hacia la ciudad de Chota (Figura 2).



**Figura 2.** Filler Calizo de la cantera Curva Grande en Rejopampa.

## Ensayos físicos al árido natural y reciclado.

En el laboratorio de mecánica de materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional Autónoma de Chota se realizaron los ensayos físicos al árido natural (arena de la cantera Conchán) y al agregado fino reciclado (filler calizo de la cantera Rejopampa) de acuerdo a las normas técnicas nacionales: NTP 400.012 Granulometría y módulo de fineza de la arena fina (INACAL, 2021), NTP 400.017 Peso unitario (INACAL, 2020), NTP 339.185 Contenido de humedad (INACAL, 2021), NTP 400.022 Peso específico y porcentaje de absorción (INACAL, 2021).

**Elaboración de cubos de mortero.** Para elaborar los cubos de mortero inicialmente se determinó la cantidad de materiales necesarios para cada uno de los dos tipos de mezcla una con cemento portland tipo I de la Marca Pacasmayo (ver en anexo ficha técnica) y filler calizo de la cantera Curva Grande en Rejopampa Alto, Chota, como sustituto del agregado fino natural (arena) de la cantera Conchán, Chota, y otro con cemento: arena en las dosificaciones 1:3, 1:4, 1:5 y 1:6, con una relación agua/cemento (a/c) de 0.50. El cálculo de la dosificación se basó en el procedimiento descrito por el Ing. Agustín Rodríguez en su canal

“Materiales de construcción” (Rodríguez, 2018) donde se parte de la hipótesis de que, el volumen del mortero es igual al volumen del agregado fino, y el cemento con el agua

(1) Las hipótesis de partida fueron

$$P \text{ cemento} + P \text{ arena} = P \text{ mortero fresco} \quad (1)$$

$$V \text{ conjunto cemento} + V \text{ conjunto arena} + V \text{ agua} > V \text{ mortero fresco} \quad (2)$$

$$\text{Volumen del mortero} = \text{Volmen de la arena} \quad (3)$$

(2) Si la dosificación está en volumen la proporción de mezcla se obtiene por medio de una simple división:

$$\text{Volumen del cemento} = \frac{\text{Volumen de arena}}{\text{Proporción de la dosificación}} \quad (4)$$

$$\text{Por ejemplo: Volumen de cemento} = \frac{1}{3} = 0.33 \quad (5)$$

$$\text{Volumen de agua} = \frac{\text{Volumen de cemento}}{\text{Relación agua/cemento}} \quad (6)$$

$$\text{Por ejemplo: Volumen de agua} = \frac{0.33}{0.50} = 0.167 \quad (7)$$

Siendo así, el volumen de materiales para producir mortero cemento: arena es el

mismo que, el utilizado para producir mortero cemento: filler calizo (Tabla 6).

**Tabla 6.** Proporción de materiales en volumen para la producción de mortero

| Proporción cemento: AF | Volumen (m3) |                      |       |
|------------------------|--------------|----------------------|-------|
|                        | Cemento      | Arena/ Filler calizo | Agua  |
| 1:3                    | 0.33         | 1                    | 0.167 |
| 1:4                    | 0.25         | 1                    | 0.125 |
| 1:5                    | 0.20         | 1                    | 0.100 |
| 1:6                    | 0.17         | 1                    | 0.083 |

Luego, a partir de la hipótesis se definieron las fórmulas de comprobación. En estas se comprueba que el volumen de la pasta (cemento + agua) sea inferior al volumen de

poros, lo que, significa que la pasta se ubica dentro de los vacíos del mortero, caso contrario se debe realizar una corrección (Tabla 7).

$$\text{Volumen de poros de la arena} = \text{Volmen conjunto} - V \text{ relativo arena} \quad (8)$$

$$V_{\text{pasta}} = V \text{ relativo del cemento} + V \text{ agua} \quad (9)$$

$$\text{Volumen relativo} = \frac{\text{Peso}}{D \text{ relativa}} = V \text{ conjunto} \times \frac{D \text{ relativa}}{D \text{ conjunto}} \quad (10)$$

Donde, D conjunto es el peso específico del material, D relativa es el peso unitario del material, el volumen conjunto del material.

**Tabla 7.** Datos Técnicos de los materiales utilizados para la producción de mortero.

| Material      | Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )<br>Densidad relativa | Peso específico kg/m <sup>3</sup><br>Densidad en conjunto |
|---------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Cemento       | 1400                                                    | 3150                                                      |
| Arena         | 1606.71                                                 | 2599.64                                                   |
| Filler calizo | 1664.92                                                 | 2518.73                                                   |
| Agua          | 1000                                                    | 1000                                                      |

Con la información básica respecto al peso unitario y peso específico de los materiales se ha estimado el volumen de poros y el volumen de pasta, verificando que, la

proporción estimada es adecuada. Ejemplo para la dosificación 1:3 de cemento: arena (Tabla 8 y Tabla 9).

$$\text{Volumen relativo de arena} = 1 \times \frac{1606.71}{2599.64} = 0.618 \quad (11)$$

$$\text{Volumen de poros de la arena} = 1 - 0.618 = 0.382 \quad (12)$$

$$\text{Volumen relativo de cemento} = 0.33 \times \frac{1400}{3150} = 0.148 \quad (13)$$

$$\text{Volumen de agua} = 0.167 \quad (14)$$

$$V_{\text{pasta}} = 0.148 + 0.167 = 0.315 \quad (15)$$

$$\text{Entonces: } V_{\text{pasta}} < V_{\text{poros}} = 0.315 < 0.382 \text{ (ok)} \quad (16)$$

**Tabla 8.** Verificación del volumen de pasta y poros del mortero con arena

| Proporción cemento: arena | V relativo cemento | Vagua | V pasta | Volumen de poros | V pasta < V poros |
|---------------------------|--------------------|-------|---------|------------------|-------------------|
| 1:3                       | 0.148              | 0.167 | 0.315   | 0.382            | Correcto          |
| 1:4                       | 0.111              | 0.125 | 0.236   | 0.382            | Correcto          |
| 1:5                       | 0.089              | 0.100 | 0.189   | 0.382            | Correcto          |
| 1:6                       | 0.074              | 0.083 | 0.157   | 0.382            | Correcto          |

**Tabla 9.** Verificación del volumen de pasta y poros del mortero con filler calizo

| Proporción cemento: Filler calizo | V relativo cemento | Vagua | V pasta | Volumen de poros | V pasta < V poros |
|-----------------------------------|--------------------|-------|---------|------------------|-------------------|
| 1:3                               | 0.148              | 0.167 | 0.315   | 0.339            | Correcto          |
| 1:4                               | 0.111              | 0.125 | 0.236   | 0.339            | Correcto          |
| 1:5                               | 0.089              | 0.100 | 0.189   | 0.339            | Correcto          |
| 1:6                               | 0.074              | 0.083 | 0.157   | 0.339            | Correcto          |

Finalmente, se procede a calcular la cantidad de materiales en peso, para ello se multiplica el volumen de cada material por el peso unitario de los componentes. Luego en el caso del

cemento, se divide la cantidad de este componente en peso entre 42.5 kg (peso de una bolsa de cemento) para calcular el número de bolsas de cemento (Tabla 10 y Tabla 11).

**Tabla 10.** Cantidad en peso y volumen de los materiales para la producción de 1 m<sup>3</sup> de mortero cemento: arena con relación a/c 0.50.

| Proporción cemento: AF | Volumen (m <sup>3</sup> ) |       |       | Bls   | Peso (Kg) |         |        |
|------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-----------|---------|--------|
|                        | Cemento                   | Arena | Agua  |       | Cemento   | Arena   | Agua   |
| 1:3                    | 0.33                      | 1     | 0.167 | 10.98 | 466.67    | 1606.71 | 166.67 |
| 1:4                    | 0.25                      | 1     | 0.125 | 8.24  | 350.00    | 1606.71 | 125    |
| 1:5                    | 0.20                      | 1     | 0.100 | 6.59  | 280.00    | 1606.71 | 100.0  |
| 1:6                    | 0.17                      | 1     | 0.083 | 5.49  | 233.33    | 1606.71 | 83.3   |

**Tabla 11.** Cantidad en peso y volumen de los materiales para la producción de 1 m<sup>3</sup> de mortero cemento: filler calizo con relación a/c 0.50.

| Proporción cemento: AF | Volumen (m <sup>3</sup> ) |        |       | Bls   | Peso (Kg) |         |        |
|------------------------|---------------------------|--------|-------|-------|-----------|---------|--------|
|                        | Cemento                   | Filler | Agua  |       | Cemento   | Filler  | Agua   |
| 1:3                    | 0.33                      | 1      | 0.167 | 10.98 | 466.67    | 1664.92 | 166.67 |
| 1:4                    | 0.25                      | 1      | 0.125 | 8.24  | 350.00    | 1664.92 | 125    |
| 1:5                    | 0.20                      | 1      | 0.100 | 6.59  | 280.00    | 1664.92 | 100.0  |
| 1:6                    | 0.17                      | 1      | 0.083 | 5.49  | 233.33    | 1664.92 | 83.3   |

Se elaboraron seis cubos por cada dosificación (1:3, 1:4, 1:5 y 1:6 cemento: agregado fino) para tiempos de curado de 7, 14 y 28 días, dando un total de 144 cubos de mortero. Para ello se utilizó un molde de 5x5 para elaborar 24 cubos de 10 cm de lado a la vez. Los cubos de mortero fueron curados con agua potable en un tanque de almacenamiento a temperatura controlada de 23°C ± 2°C de acuerdo con la NTP 339.183 (INACAL, 2021).

**Ensayos de resistencia a compresión.** Se ha realizado conforme a la NTP 334.051

(INACAL, 2022) en el laboratorio GSE de la ciudad de Chota. Lugar al que, se trasladaron los cubos de mortero de mortero cemento: arena y cemento: filler calizo 1:3, 1:4, 1:5 y 1:6 a una edad de 7, 14 y 28 días, respectivamente, para la rotura de las probetas. Las probetas se pesaron, midieron y luego colocaron en la máquina de compresión hasta que presentaron rotura, registrando la carga máxima para determinar la resistencia a compresión del cubo de mortero (Figura 3).



Figura 3. Prueba de resistencia a compresión en cubos de mortero

Adhesión por tracción directa con testigos de ladrillos cruzados efectuado en máquina de compresión - Norma: ASTM C952-12 (2018). Se realizó conforme a la norma ASTM C952-12 (2018) en el laboratorio GSE de la ciudad de Chota, teniendo como muestra a testigos de ladrillos King Kong de

18 huecos cruzados unidos con mortero cemento: arena y cemento: filler calizo en las dosificaciones 1:3, 1:4, 1:5 y 1:6, para ser sometidos a corte en la máquina de compresión a los 14 días de curado (Figura 4).



Figura 4. Espécimen de ladrillos cruzados sometido a ensayo de adherencia.

**Ensayos de albañilería.** Para los ensayos en albañilería se construyeron 12 pilas y 12 muretes con ladrillo King Kong de 18 huecos unidos con mortero de cemento: agregado fino (ya sea arena o filler calizo) utilizando las dosificaciones 1:3, 1:4, 1:5 y 1:6. Las pilas y muretes se cubrieron con bolsas de plástico durante 48 horas después del proceso de asentado, luego se sacaron de las mismas y se sometieron a curado continuo con agua potable, hasta

completar la edad de 21 días, que fue cuando se midieron pesaron y se ensayaron. Las pilas se sometieron al ensayo de compresión axial según los lineamientos de la NTP 399.605 (INACAL, 2018), adaptando para el ensayo la máquina de compresión axial en el laboratorio GSE de la ciudad de Chota. Mientras que, los muretes se sometieron al ensayo de corte diagonal según los lineamientos de la NTP 399.621 (INACAL, 2015). (Figura 5)



**Figura 5.** Ensayo en pilas y muretes de albañilería asentados con mortero cemento: arena o cemento: filler calizo según dosificación adecuada.

**Análisis de datos**

El análisis de datos se realizó mediante estadística descriptiva, organizando los resultados obtenidos de los ensayos en tablas y figuras que permitieron visualizar el comportamiento del mortero en cada una de las dosificaciones evaluadas. Para ello, se

utilizó una hoja de cálculo en Microsoft Excel, donde se agruparon los valores calculando promedios y rangos, a fin de comparar el mortero elaborado con filler calizo respecto al mortero convencional con arena.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades del agregado fino natural (arena) y reciclado (filler calizo)

La arena y el filler calizo, presentan granulometría fuera del huso establecido para concreto según la NTP 400.037 (INACAL, 2021), por lo que no son recomendables para este uso sin una verificación previa; no obstante, su distribución granulométrica sí se ajusta al rango requerido para mortero, lo que los hace aptos para su aplicación en mezclas de este tipo. La arena de Conchán y el filler calizo de Curva

Grande comparten el mismo contenido de humedad (16.39%), pero difieren en textura, absorción y peso; el filler presenta mayor absorción de agua (3.72%) y mejor capacidad de compactación ( $1664.92\text{ kg/m}^3$ ), sin embargo, la arena tiene mayor peso específico y peso suelto. Ambos agregados cumplen con el módulo de finura requerido por la norma E.070 para mortero, aunque superan los límites de finos permitidos, por lo que fueron previamente tamizados (Tabla 12 y Figura 6).

Tabla 12. Propiedades físicas del agregado fino.

| Propiedades físicas                     | Arena    | Filler   |
|-----------------------------------------|----------|----------|
| Humedad (%)                             | 16.390   | 16.390   |
| MF                                      | 2.233    | 2.207    |
| Cantidad de material que pasa tamiz 200 | 6.150    | 11.473   |
| Peso específico de masa (g/cm3)         | 2.600    | 2.519    |
| Peso específico SSS (g/cm3)             | 2.623    | 2.612    |
| Peso específico aparente (g/cm3)        | 2.661    | 2.778    |
| Absorción (%)                           | 0.883    | 3.723    |
| Peso unitario suelto (kg/m3)            | 1459.663 | 1382.688 |
| Peso unitario compactado (kg/m3)        | 1606.713 | 1664.920 |

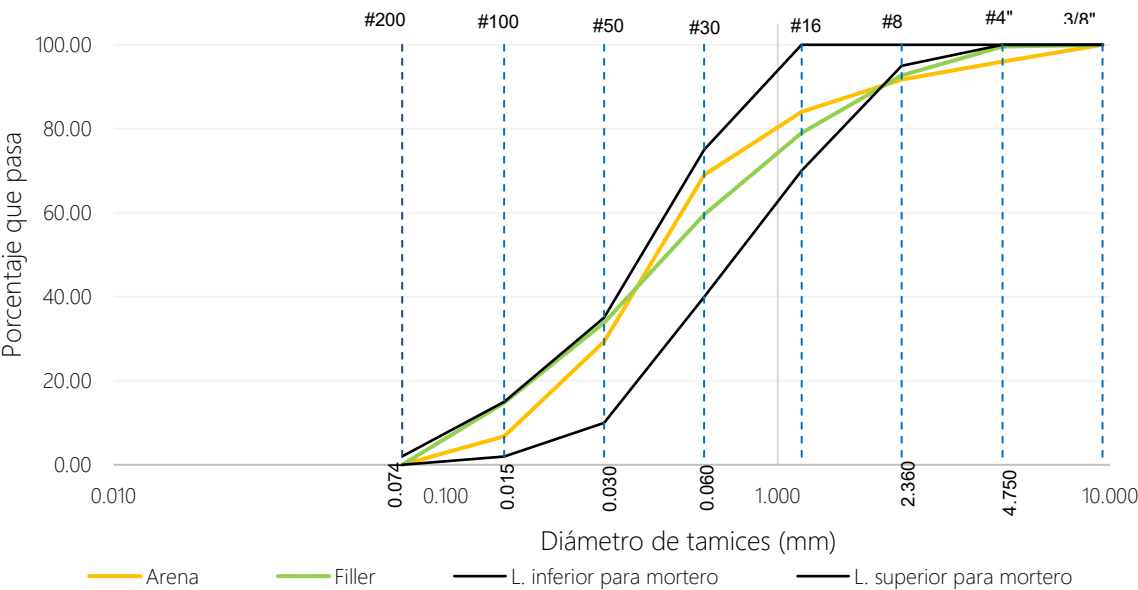


Figura 6. Huso granulométrico del agregado fino para mortero

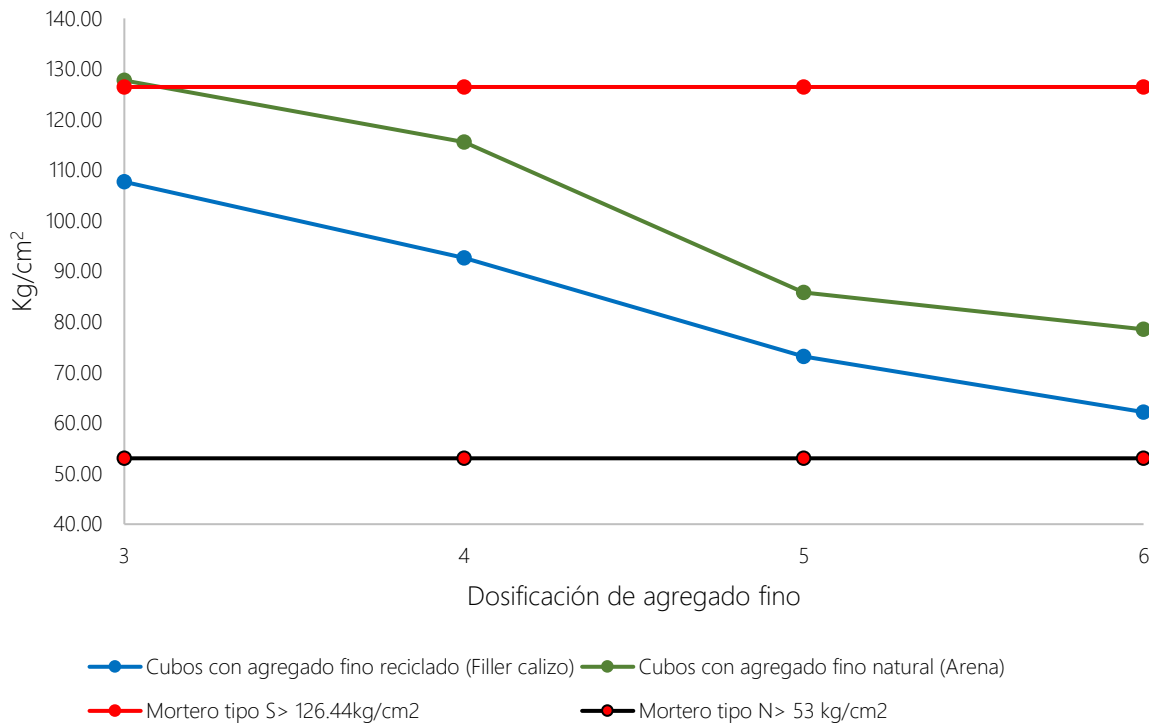
La arena de la cantera Conchán y el filler calizo de la cantera Curva Grande presentan una humedad similar, aunque el filler calizo tiene mayor absorción de agua, lo que puede incrementar la demanda hídrica en la mezcla; sin embargo, esta se compensa por la humedad presente en ambos agregados. La arena tiene mayor peso específico de masa y saturado superficialmente seco, mientras que el filler calizo presenta mayor peso específico aparente y mayor peso unitario compactado. Ambos materiales no cumplen con el huso granulométrico para concreto según la NTP 400.037 (INACAL, 2021), pero sí se ajustan al módulo de finura y huso establecidos para mortero en la norma E.070 (MVCS, 2006). Estos hallazgos coinciden con Miller & Sigüenza (2023), quienes también reportaron mayor absorción del filler calizo frente a la arena, así como con los estudios de Baca (2019) y Reyes (2018), que relacionan el mayor peso específico aparente con una mayor presencia de vacíos.

### Resistencia a compresión del mortero cemento: agregado fino natural o reciclado en unidad

El mortero elaborado con filler calizo mostró mayor resistencia a compresión que el mortero con arena en todas las dosificaciones evaluadas. A los 7 días, ambos tipos de mortero alcanzaron alrededor del 70% de su resistencia final, salvo la mezcla con arena en proporción 1:6, que solo llegó al 66.2%. A los 28 días, el mortero con filler calizo superó entre 117% y 126% la resistencia del mortero con arena, evidenciando que el reemplazo total del agregado fino natural por filler reciclado mejora significativamente la capacidad mecánica del mortero. La dosificación 1:3 de cemento con filler calizo fue la única que superó el requerimiento para mortero tipo S, alcanzando mayor resistencia que el mortero con arena. Aunque todas las mezclas cumplen como mortero tipo N, solo la dosificación 1:3 garantiza una resistencia adecuada para unir ladrillos King Kong tipo IV en muros portantes, según la norma E.070 (Tabla 13 y Figura 7).

**Tabla 13.** Resistencia a compresión de los morteros con arena o filler calizo

| Mortero                           | Dosificación | Resistencia a compresión según tiempo de curado |         |         |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------------------------|---------|---------|
|                                   |              | 7 días                                          | 14 días | 28 días |
| Mortero de cemento: arena         | 1:3          | 79.11                                           | 98.82   | 107.69  |
|                                   | 1:4          | 68.93                                           | 80.92   | 92.62   |
|                                   | 1:5          | 55.42                                           | 66.35   | 73.16   |
|                                   | 1:6          | 41.16                                           | 51.79   | 62.16   |
| Mortero de cemento: filler calizo | 1:3          | 97.69                                           | 114.49  | 127.73  |
|                                   | 1:4          | 86.32                                           | 106.43  | 115.54  |
|                                   | 1:5          | 63.68                                           | 79.25   | 85.84   |
|                                   | 1:6          | 58.57                                           | 68.40   | 78.53   |



**Figura 7.** Tipo de mortero de acuerdo a su resistencia a compde acuerdo con 28 días  
 Nota: Los límites de la norma NTP 399.610 (INACAL, 2018) para mortero tipo S y mortero tipo N están representados por la línea de color rojo y color negro, respectivamente.

A los 28 días, el mortero con arena de Conchán alcanzó resistencias de 107.69, 92.62, 73.16 y 62.16 kg/cm² para las dosificaciones 1:3, 1:4, 1:5 y 1:6, superando en todos los casos el mínimo exigido para mortero tipo N (53.03 kg/cm²), pero sin llegar a clasificar como mortero tipo S (126.45 kg/cm²), según la NTP 399.610 (INACAL, 2018). En contraste, el mortero con filler calizo logró resistencias de 127.73, 115.54, 85.84 y 78.53 kg/cm² en las mismas dosificaciones, donde solo la mezcla 1:3 cumple con los requisitos para tipo S. Estos resultados demuestran que el mortero con filler calizo ofrece mejores propiedades mecánicas, especialmente debido a su mayor consistencia y mejor adherencia al cemento, al provenir de residuos de piedra

caliza. Hallazgos similares fueron reportados por Hamdadou et al. (2023), Khatib et al. (2023) y Moges & Pyo (2023), quienes destacaron la mayor resistencia a compresión de morteros con filler calizo frente a otros tipos de filler. Así, se concluye que el uso de filler calizo, particularmente en la dosificación 1:3, mejora notablemente el comportamiento mecánico del mortero, siendo recomendable para su uso en estructuras de albañilería.

#### Resistencia del mortero cemento: agregado fino natural o reciclado por adherencia a tracción

La adherencia del mortero es clave para su desempeño mecánico, aunque no existen normas peruanas específicas que la regulen; por ello, se aplicó la norma ASTM C952-12

(2018) para su evaluación. En este estudio, todas las dosificaciones mostraron resultados favorables, superando ampliamente los valores referenciales de estudios previos, incluso en proporciones altas de agregado fino. Se observó que el

mortero con filler calizo presenta mejor adherencia que el de arena en todas las dosificaciones, destacando la dosificación 1:3 como la más eficiente para garantizar una unión óptima entre ladrillos en muros portantes (Tabla 14).

**Tabla 14.** Adherencia por tracción directa del ladrillo – mortero con arena o filler calizo.

| Mortero  | Dosificación agregado fino | Adherencia por tracción del ladrillo - mortero (kg/cm2) |               |
|----------|----------------------------|---------------------------------------------------------|---------------|
|          |                            | Arena                                                   | Filler calizo |
| D1 (1:3) | 3                          | 47.51                                                   | 55.50         |
| D2 (1:4) | 4                          | 41.68                                                   | 45.68         |
| D3 (1:5) | 5                          | 33.82                                                   | 43.23         |
| D4 (1:6) | 6                          | 26.57                                                   | 35.28         |

A los 14 días, el mortero elaborado con filler calizo mostró mayor capacidad de adherencia que el mortero con arena en todas las dosificaciones evaluadas (1:3, 1:4, 1:5 y 1:6), alcanzando resistencias de hasta 56.2 kg/cm<sup>2</sup> frente a los 48.5 kg/cm<sup>2</sup> del mortero con arena en la proporción 1:3. En ambos casos, se observó que al aumentar el volumen de agregado fino disminuye la capacidad de adherencia del mortero. La dosificación 1:3 cemento: agregado fino resultó ser la más efectiva para lograr mayor resistencia a tracción directa. Estos resultados coinciden con estudios previos de Baca (2019) y Reyes (2018), quienes también reportaron una mejora en la adherencia con el uso de filler calizo, así como con Logbi et al. (2023), quienes evidenciaron la reducción de esta propiedad al incrementar el contenido de árido fino en la mezcla.

**Resistencia en albañilería asentada con mortero cemento: agregado fino natural o reciclado**

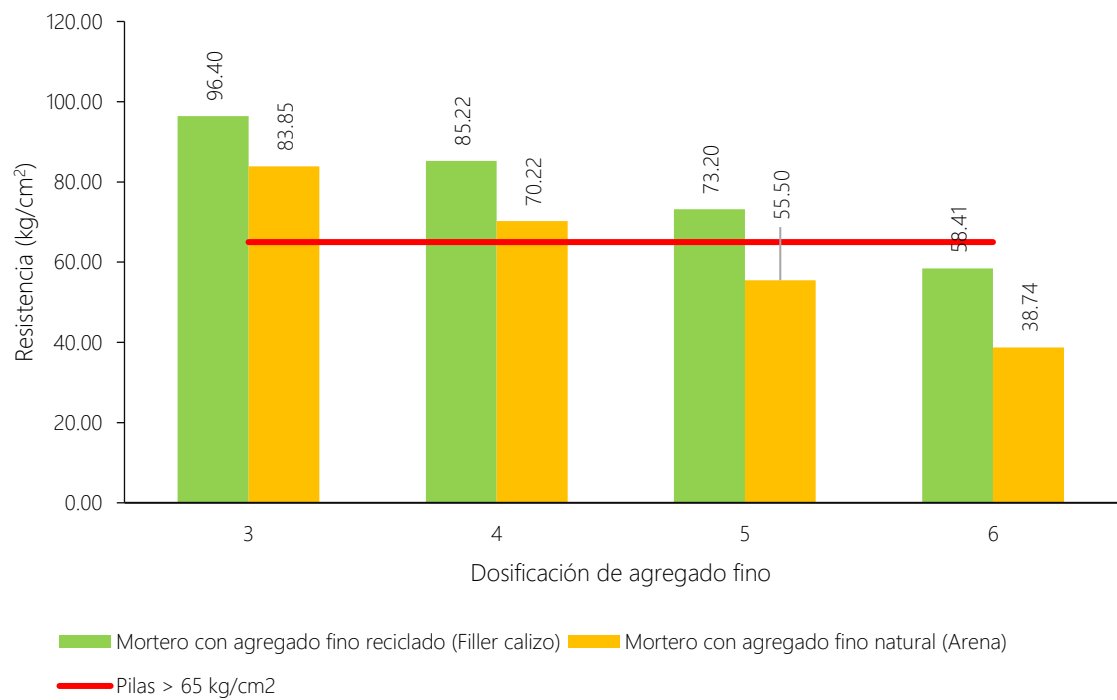
La albañilería asentada con mortero de cemento y filler calizo mostró mejores propiedades mecánicas que aquella con mortero de arena, destacando especialmente en la dosificación 1:3, donde las pilas alcanzaron una resistencia axial de 96.40 kg/cm<sup>2</sup> frente a los 83.85 kg/cm<sup>2</sup> del mortero convencional; todas las dosificaciones con filler calizo desde 1:3 hasta 1:5 cumplieron con la resistencia mínima de 65 kg/cm<sup>2</sup> exigida por la norma E.070 (MVCS, 2006), mientras que, en el caso del mortero con arena, solo las dosificaciones 1:3 y 1:4 la superaron; sin embargo, las mezclas 1:6, tanto con arena como con filler, no alcanzaron el valor normado. Los muretes asentados con mortero de filler calizo mostraron mayor resistencia al corte diagonal que aquellos con mortero de arena en todas las dosificaciones, destacando la dosificación 1:3 con 19.51 kg/cm<sup>2</sup> frente a 14.50 kg/cm<sup>2</sup> del mortero convencional; ambas mezclas superan el mínimo normado de 8.10 kg/cm<sup>2</sup>

según la E.070 (MVCS, 2006), pero solo las dosificaciones 1:3 y 1:4 con ambos agregados, y 1:5 con filler calizo, cumplen con la norma; en cambio, las dosificaciones

1:5 con arena y 1:6 con ambos materiales no alcanzan la resistencia requerida (Tabla 15, Tabla 16, Figura 8 y Figura 9).

**Tabla 15.** Resistencia en pilas de albañilería asentada con mortero de cemento: arena o filler calizo

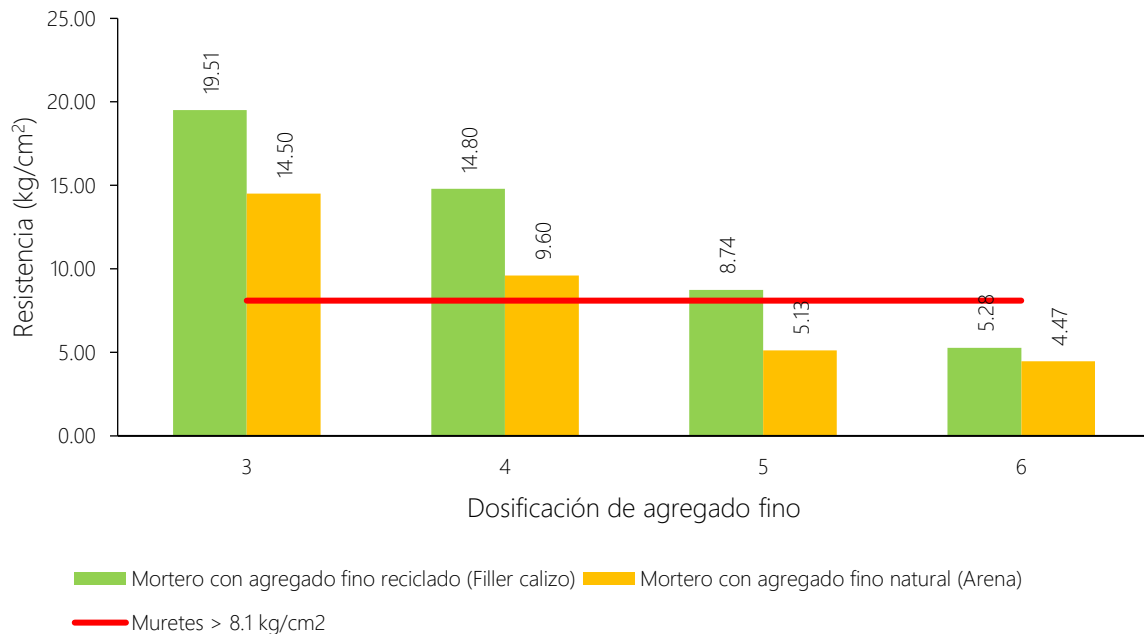
| Pilas de mortero de cemento: agregado fino          | Dosificación de mezcla |       |       |       |
|-----------------------------------------------------|------------------------|-------|-------|-------|
|                                                     | 1:3                    | 1:4   | 1:5   | 1:6   |
| Mortero con agregado fino reciclado (Filler calizo) | 96.40                  | 85.22 | 73.20 | 58.41 |
| Mortero con agregado fino natural (Arena)           | 83.85                  | 70.22 | 55.50 | 38.74 |



**Figura 8.** Resistencia a la compresión axial en albañilería asentada con mortero de cemento: arena o filler calizo.

**Tabla 16.** Resistencia en muretes de albañilería asentada con mortero de cemento: arena o filler calizo.

| Pilas de mortero de cemento: agregado fino          | Dosificación de mezcla |       |      |      |
|-----------------------------------------------------|------------------------|-------|------|------|
|                                                     | 1:3                    | 1:4   | 1:5  | 1:6  |
| Mortero con agregado fino reciclado (Filler calizo) | 19.51                  | 14.80 | 8.74 | 5.28 |
| Mortero con agregado fino natural (Arena)           | 14.50                  | 9.60  | 5.13 | 4.47 |



**Figura 9.** Resistencia al corte diagonal en albañilería asentada con mortero de cemento: arena o filler calizo.

El mortero de cemento con filler calizo mostró mayor capacidad mecánica en comparación con el mortero de cemento con arena en el asentado de albañilería con ladrillos King Kong de 18 huecos, alcanzando en la dosificación 1:3 resistencias de 96.40 kg/cm<sup>2</sup> a compresión axial y 19.51 kg/cm<sup>2</sup> al corte diagonal, frente a 83.85 kg/cm<sup>2</sup> y 14.50 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente del mortero con arena, cumpliendo ambos con los mínimos establecidos en la norma E.070. Las dosificaciones 1:4 de ambos tipos de mortero también cumplieron con la normativa, mientras que solo el mortero 1:5 con filler calizo superó los requisitos para uso en muros portantes. Resultados similares fueron determinados por Irigoín

(2022), Khatib et al. (2023), El Machi et al. (2021), Srivastava & Singh (2020), Madhav et al. (2018) y Hamdadou et al. (2023), quienes destacan que el uso de compuestos reciclados como el filler calizo mejora significativamente la resistencia del mortero. Además de su mayor capacidad a compresión y corte, el mortero con filler calizo también presentó mejor adherencia, lo que refuerza su eficacia para unir ladrillos y resistir esfuerzos de tracción.

## CONCLUSIONES

La arena de Conchán y el filler calizo de Curva Grande cumplen con los requisitos granulométricos y de módulo de finura para mortero; el filler muestra mayor compactación y peso específico aparente,

lo que evidencia su mejor capacidad de densificación.

La dosificación 1:3 proporciona los mejores resultados, registrando resistencia de 107.69 kg/cm<sup>2</sup> para el mortero con arena, y 127.73 kg/cm<sup>2</sup> para el mortero con filler calizo, siendo este último el único que cumple con los parámetros exigidos para mortero tipo S.

Los morteros de arena y filler calizo presentan buena adherencia en todas las dosificaciones, superando ampliamente el mínimo exigido por la norma ASTM C952-12 (2018); sin embargo, el mortero con filler calizo muestra desempeño superior, alcanzando valores de adherencia entre 36.6 y 55.5 kg/cm<sup>2</sup>, frente a los 27.8 a 48.5 kg/cm<sup>2</sup> del mortero con arena.

En muros de albañilería, tanto las pilas como los muretes con mortero de filler calizo muestran mejor comportamiento estructural que los de arena, entre tanto, ambos cumplen con los límites mínimos de resistencia establecidos por la norma E.070 en las dosificaciones 1:3 y 1:4.

### Financiamiento

"Los autores no recibieron financiamiento o patrocinio para ejecutar el trabajo de investigación"

### Conflicto de intereses

"No existe ningún tipo de interés con los contenidos del artículo científico".

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aceros Arequipa. (2019). *Construye seguro: Manual del maestro constructor*. Obtenido de Aceros Arequipa:

<http://www.acerosarequipa.com/manual-del-maestro-constructor/materiales-de-construccion/piedra-chancada.html>

Arulmoly, B., & Konthesingha, C. (2021). Pertinence of alternative fine aggregates for concrete and mortar: a brief review on river sand substitutions. *Australian Journal of Civil Engineering*, 1(2), 1-36. doi:<https://doi.org/10.1080/14488353.2021.1971596>

ASTM C952-12. (2018). *Standard Test Method for Bond Strength of Mortar to Masonry Units (Withdrawn 2018)*. American Society for Testing and Materials (ASTM). Obtenido de <https://www.astm.org/c0952-12.html>

Baca, N. (2019). *Estudio comparativo de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento Pórtland tipo Ip elaborado con residuos de mármol en porcentajes del 10%, 15% y 20% producto de la explotación de la cantera de Cullpahuanca - Quiquijana Quispicanchi- Cusco*. [Tesis de grado, Universidad Andina del Cusco]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12557/3827>

Burga, J. (2022). *Evaluación del rendimiento y productividad de la mano de obra en la partida de asentado de ladrillo en la construcción de viviendas de la ciudad de Chota*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. Obtenido de

- <https://hdl.handle.net/20.500.14142/204>
- Carranza, J. E. (2021). *Resistencia de concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con los agregados de las canteras de la provincia de Chota, Cajamarca-2018*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
- Collazos, K., & Ruiz, R. (2019). *Diseño de ladrillo de confitillo y cemento como alternativa de construcción, Moyobamba, San Martín, 2018*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38940>
- El Machi, A., Mabroum, S., Taha, Y., Tagnit-Hamou, A., Benzaazoua, M., & Hakkou, R. (2021). Use of flint from phosphate mine waste rocks as an alternative aggregates for concrete. *Construction and Building Materials*, 271(1), 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121886>
- Hamdadou, M. N., Bignonnet, F., Deboucha, W., Ranaivomanana, H., Leklou, N., & Arroudj, K. (2023). Hydration, mechanical and transfer properties of blended cement pastes and mortars prepared with recycled powder or limestone filler. *Journal of Building Engineering*, 78(1), 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107541>
- INACAL. (25 de diciembre de 2015). NTP 399.621 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (28 de diciembre de 2018). NTP 399.605 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. 3a Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (05 de septiembre de 2018). NTP 399.610. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Especificación normalizada para morteros, 2ª ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (18 de febrero de 2020). NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (15 de noviembre de 2021). NTP 339.183 CONCRETO. Práctica para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. 3a Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (2021). NTP 339.185 AGREGADOS. *Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo*. 3a Ed. Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2021). NTP 400.012 AGREGADOS. *Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo*. 4a Ed. Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2021). NTP 400.022 AGREGADOS. *Determinación de la densidad*

- relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Ed.* Instituto Nacional de la Calidad (INACAL).
- INACAL. (2021). *NTP 400.037 AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Ed.* Instituto Nacional de Calidad.
- INACAL. (24 de marzo de 2022). NTP 334.051 CEMENTOS. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. Método de ensayo. 7ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*, págs. 1-10. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- Irigoin, R. L. (2022). *Evaluación del mortero de albañilería reemplazando parcialmente arena por residuos de ladrillos del caserío El Frutillo, Bambamarca, 2019.* [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Khatib, J., Ramadan, R., Ghanem, H., & Elkordi, A. (2023). Effect of using limestone fines on the chemical shrinkage of pastes and mortars. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(10), 25287-25298. doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-022-18496-5>
- Logbi, A., Mani, M., Choungara, T., & Kriker, A. (2023). Comparative study of the effect of crushed dune sand and limestone fillers on mortar properties in aggressive environment. *World Journal of Engineering*, 20(1), 85-92. doi:<https://doi.org/10.1108/WJE-09-2020-0437>
- Madhav, T. V., Reddy, I. R., Ghorpade, V. G., & Jyothirmai, S. (2018). Compressivestrength study of geopolymers mortar using quarry rock dust. *Materials Letters*, 231(1), 105-108. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matlet.2018.07.133>
- Maury-Ramírez, A., Illera-Perozo, D., & Mesa, J. A. (2022). Circular Economy in the Construction Sector: A Case Study of Santiago de Cali (Colombia). *Sustainability*, 14(3), 1923-1930. doi:<https://doi.org/10.3390/su14031923>
- Moges, K. A., & Pyo, S. (2023). Effect of high replacement ratio of lime mud as a filler on mechanical and hydration properties of high-strength mortar. *Construction and Building Materials*, 392(1), 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131974>
- MVCS. (2006). Norma E.070 "Albañilería". En C. y. Ministerio de Vivienda, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-15). Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). Obtenido de [https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/RNE2006\\_E\\_070.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_070.pdf)
- Paes, A. L., Alexandre, J., Xavier, G. D., Monteiro, S. N., & de Azevedo, A. R. (2022). Feasibility Analysis of Mortar Development with Ornamental Rock

- Waste for Coating Application by Mechanized Projection. *Sustainability*, 14(9), 1-10. doi:<https://doi.org/10.3390/su14095101>
- Reyes, C. H. (2018). *Estudio comparativo del mortero de adherencia convencional y el mortero embolsado para la elaboración de muros de albañilería, Lima-2018*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/24913>
- Rodríguez, A. (28 de diciembre de 2018). *MORTEROS Lección 3: DOSIFICACIÓN de morteros en VOLUMEN*. Obtenido de Materiales de construcción: <https://www.youtube.com/watch?v=59zVEXeOxrk>
- Senamhi. (agosto de 5 de 2023). *Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional. Estación Chota ubicada en las coordenadas Latitud 6°33'14.58", Longitud 78°40'33.15", a 2261 msnm*. Obtenido de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi): <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Srivastava, A., & Singh, S. K. (2020). Utilization of alternative sand for preparation of sustainable mortar: A review. *Journal of Cleaner Production*, 253(1), 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119706>
- Tenorio, J. L., & Acosto, S. A. (2022). *Estudio comparativo de las propiedades del concreto (cemento-arena): con arena de cantera fluvial-comunidad Astoria y con arena de cantera cuarzosa-comunidad Varillal en la ciudad de Iquitos*. [Tesis de grado, Universidad Científica del Perú]. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1755>

#### Contribución de autoría

1. Yoner Jhoan Idrogo Huamán: Concepción y elaboración del manuscrito:
2. Claudia Emilia Benavidez Nuñez: Análisis de datos.

Recibido: 2-06-2025 Aceptado: 7-08-2025 Publicado: 8-08-2025