

REVISTA CIENCIA Nor@ndina

ISSN: 2663-6360 (online)



Diversidad de artrópodos terrestres en el humedal Uripe, Salaverry, Perú.

V. 8 (2): Julio - Diciembre, 2025



Universidad Nacional Autónoma de Chota
Vicepresidencia de Investigación



Universidad Nacional Autónoma de Chota



Revista Ciencia Nor@ndina

V. 8, N°. 2, 2025
(julio-diciembre, 2025)

ISSN: 2707-9848 (impreso)

ISSN: 2663-6360 (online)



Revista Ciencia Nor@ndina, V. 8, N°.2, 2025

(julio-diciembre, 2025)

ISSN: 2707-9848 (impreso)

ISSN: 2663-6360 (online)

Editada en la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), Chota, Cajamarca, Perú
Dirección: Jr. José Osoros 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

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

Evaluation of the production costs of Solanum tuberosum in the association of small farmers of Chucmar Alto, Tacabamba, Chota.....	4-13
Diversidad de artrópodos terrestres en el humedal Uripe, Salaverry, Perú.....	14-28
Asociatividad en sistemas agroecológicos de fresa: cultura organizacional, producción y comercialización en Bambamarca, Cajamarca.....	29-38
Análisis sísmico dinámico, modal, espectral y temporal: Un estudio de caso para la Institución Educativa N° 10386 Cuyumalca, Chota, Cajamarca.....	39-60
Cultura tributaria y la evasión fiscal de las empresas del sector construcción civil, en la ciudad de Chota, Cajamarca.....	61-74
Diseño y análisis mecánico e hidráulico de concreto poroso con materiales locales de Chota para pavimentos peatonales permeables.....	75-101

Evaluación de los costos de producción de *Solanum tuberosum* en la asociación de pequeños agricultores de Chucmar Alto, Tacabamba, Chota

Evaluation of the production costs of *Solanum tuberosum* in the association of small farmers of Chucmar Alto, Tacabamba, Chota

Cubas Díaz Erles^{1*}  Guevara Bercera Emerson¹  Idrogo Gálvez Milord¹ 

¹Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH). Escuela Profesional de Contabilidad, Ciudad Universitaria Colpamatara, 06120, Chota, Cajamarca, Perú.

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

RESUMEN

La evaluación precisa de los costos de producción de papa es un componente clave para la gestión del cultivo; no obstante, la ausencia de un control detallado en cada etapa productiva dificulta el uso eficiente y racional de los recursos disponibles. En ese sentido, el objetivo en este estudio fue determinar el costo de producción de papa en la asociación de agricultores en Chucmar Alto – Tacabamba, Chota, Cajamarca. La investigación fue de tipo básica, de diseño no experimental transversal, alcance descriptivo y enfoque cuantitativo. La población y la muestra estuvieron conformadas por 34 agricultores, y para la colecta de los datos se utilizó como técnica la entrevista y como instrumento la guía de entrevista. Los resultados muestran que el costo de producción de una hectárea de papa de la variedad Única es de S/ 16,520.43; de la variedad Amarilis, S/ 17,595.66; y de la variedad Yungay, S/ 19,875.36. El análisis comparativo de costos de tres variedades de papa reveló diferencias significativas en su estructura económica. Estas divergencias responden a perfiles distintos de inversión en insumos y mano de obra por variedad. Los hallazgos resaltan el valor de esta información para la toma de decisiones agrícolas fundamentadas.

Palabras clave: agricultura, insumos agrícolas, mano de obra, papa, proceso productivo.

ABSTRACT

Accurate assessment of potato production costs is a key component of crop management; however, the lack of detailed control at each stage of production hinders the efficient and rational use of available resources. Therefore, the objective of this study was to determine the cost of potato production for the farmers' association in Chucmar Alto – Tacabamba, Chota, Cajamarca. The research was basic, with a non-experimental, cross-sectional design, a descriptive scope, and a quantitative approach. The population

and sample consisted of 34 farmers, and data was collected using interviews and an interview guide. The results show that the production cost of one hectare of potatoes is S/ 16,520.43 for the Única variety; S/ 17,595.66 for the Amarilis variety; and S/ 19,875.36 for the Yungay variety. The comparative cost analysis of these three potato varieties revealed significant differences in their economic structure. These differences reflect distinct investment profiles in inputs and labor for each variety. The findings highlight the value of this information for making informed agricultural decisions.

Keywords: agriculture, agricultural inputs, labor, potato, production process.

INTRODUCCIÓN

La papa constituye uno de los cultivos más representativos del sector agrícola peruano. En febrero de 2024 se registró un crecimiento interanual del 10.9%, lo que evidencia su papel determinante en el dinamismo del sector agropecuario y en el fortalecimiento de la economía nacional (Banco Central de Reserva del Perú [BCRP], 2024).

En Cajamarca, la producción de papa se configura como una de las principales actividades agrícolas. El departamento cuenta con más de 27,000 hectáreas cultivadas y una producción anual superior a 350,000 toneladas, siendo las provincias de Chota, Cutervo, Cajamarca y Celendín las principales zonas productoras (Gobierno Regional de Cajamarca, 2023).

Según, Molina (2009) el costo de producción agrícola corresponde al costo total de un cultivo, el cual incluye todos los desembolsos realizados en cada una de las etapas del proceso de producción, desde la preparación del suelo hasta la cosecha.

Por ejemplo, en México, en la Sierra Norte de Puebla, la papa es un cultivo de alto valor agregado; sin embargo, su producción depende en gran medida de

agroquímicos y otros insumos, que los pequeños agricultores locales no siempre pueden costear. Como consecuencia, las ventajas agroclimáticas de la región son aprovechadas principalmente por productores empresariales (Mejía & Castellanos, 2020).

En Áncash, en la provincia de Casma, los agricultores de papa no utilizan procedimientos técnicos para llevar un control de los materiales directos e indirectos empleados en su producción, sino que se basan en saberes ancestrales y tradicionales, lo que implica que el costo de producción no sea preciso, generando problemas de carácter económico y financiero (Solano et al., 2020).

En Chota, en la comunidad del Mirador, la producción de papa representa la principal fuente de sustento para los agricultores; no obstante, el incremento de los precios de los fertilizantes y demás insumos, junto con la ausencia de un control adecuado de los costos de producción, ha reducido su rentabilidad y comprometido la sostenibilidad económica de las familias productoras (Bustamante et al., 2024).

Al respecto, Rojas et al. (2022) señalan que la limitada comprensión de los sistemas de costeo, el uso de medios de producción poco tecnificados y la falta de información precisa sobre los costos de producción generan deficiencias en la planificación y control de los recursos, afectando la sostenibilidad de las actividades productivas. Esta situación evidencia la necesidad de realizar una adecuada gestión que permita reducir costos, planificar las operaciones y optimizar los recursos disponibles.

En este contexto, los agricultores de papa de la Asociación Los Líderes de Chucmar Alto – Tacabamba presentan dificultades similares, pues determinan el costo de producción de manera empírica, basándose en el conocimiento adquirido a través de la experiencia. Este procedimiento se limita a cálculos generales y carece de un registro detallado de los egresos generados en el proceso productivo, debido a su limitada formación académica en gestión de costos; asimismo, la ausencia de programas de capacitación les restringe la posibilidad de conocer con precisión el costo real de su producto (Fernández, 2024).

Por lo tanto, la investigación se desarrolló con el propósito de contribuir al conocimiento existente del costo de producción; además, de proporcionar información precisa sobre el valor monetario de los recursos que inciden en el proceso productivo, contribuyendo así

a la solución de la problemática que enfrentan los pequeños agricultores de papa, quienes, al no contar con información precisa de sus costos, se ven limitados en la planificación, control y optimización de sus actividades productivas.

En este marco, el objetivo en este estudio fue determinar el costo de producción de diferentes variedades de papa de los agricultores de la Asociación Los Líderes de Chucmar Alto – Tacabamba, en Chota, Cajamarca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Tacabamba, provincia de Chota, región Cajamarca, Perú. La zona presenta temperaturas máximas promedio que oscilan entre 20 y 23 °C, y mínimas de 11 a 12 °C, con un régimen de precipitaciones pluviales concentradas entre los meses de noviembre y abril, característico del clima templado subhúmedo de la sierra norte del país (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía del Perú [SENAMHI], 2024).

Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue de tipo no experimental-transversal, puesto que no se manipuló la variable de estudio y la información se colectó en un solo momento dado. Para Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), los diseños no experimentales son aquellos que se

efectúan sin manipular deliberadamente la variable; además, la investigación es transeccional o transversal, porque los datos se obtienen en un solo momento, en un tiempo único.

Enfoque

La investigación posee enfoque cuantitativo, por la misma naturaleza de la variable de estudio, así como por el uso de la estadística en el procesamiento de los datos obtenidos. En este sentido, Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) señalan que la ruta cuantitativa es apropiada cuando se desea estimar o calcular magnitudes del fenómeno en estudio. Según su finalidad es de tipo básica, dado que buscó generar conocimiento nuevo sobre el costo de producción de papa y servirá de base teórica para futuras investigaciones y según su alcance fue de tipo descriptivo, puesto que se describió la variable, tal como se encontró en el momento estudiado.

Población y muestra

La población estuvo conformada por 34 agricultores de papa de la asociación Los Líderes de Chucmar Alto – Tacabamba, 2024, conforme al libro de actas de la asociación y la muestra fue igual a la cantidad de la población, dado que el número de unidades de análisis era

reducido, no fue necesario aplicar una fórmula estadística para determinarla.

Técnica e instrumento

En la investigación se utilizó la entrevista estructurada como técnica de colecta de datos, y el instrumento utilizado fue una guía de entrevista conformada por 54 preguntas, cuya validez fue determinada mediante el juicio de tres expertos con formación en contabilidad y experiencia en investigación. Para sustentar dicha validez se aplicó el coeficiente V de Aiken, obteniéndose un valor de 0.95, lo que evidencia que el instrumento cumple satisfactoriamente con los criterios metodológicos establecidos.

Procesamiento de datos

El procesamiento de los datos se efectuó de manera computarizada utilizando la hoja de cálculo de Microsoft Excel. Este programa informático permitió sistematizar y organizar la información obtenida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que, en una hectárea de cultivo de papa, el costo de los insumos directos es de S/ 11,174.80 para la papa de la variedad Única, S/ 11,780.11 para la papa de la variedad Amarilis y S/ 13,235.93 para la papa de la variedad Yungay (Tabla 1).

Tabla 1. Costo de insumos directos por hectárea de diferentes variedades de papa en Chucmar Alto – Tacabamba, Chota, Cajamarca.

Insumos directos	Variedades de papa					
	Única	%	Amarilis	%	Yungay	%
Semilla	S/ 3,668.00	32.8%	S/ 4,055.56	34.4%	S/ 4,181.33	31.6%
Cal agrícola	S/ 455.00	4.1%	S/ 243.33	2.1%	S/ 328.00	2.5%
Fertilizante	S/ 3,678.00	32.9%	S/ 3,824.44	32.5%	S/ 3,840.00	29.0%
Abono orgánico	S/ 1,521.70	13.6%	S/ 1,623.00	13.8%	S/ 2,162.07	16.3%
Abono foliar	S/ 502.00	4.5%	S/ 510.00	4.3%	S/ 632.33	4.8%
Fungicidas	S/ 880.90	7.9%	S/ 1,042.67	8.9%	S/ 1,582.20	12.0%
Insecticidas	S/ 469.20	4.2%	S/ 481.11	4.1%	S/ 510.00	3.9%
TOTAL	S/ 11,174.80	100%	S/ 11,780.11	100%	S/ 13,235.93	100%

Los costos más significativos dentro de los insumos directos corresponden a la semilla y los fertilizantes. La variación observada en el costo de la semilla entre las variedades se debe principalmente al tamaño del tubérculo. En la variedad Única, los tubérculos son de menor tamaño en comparación con los de otras variedades, lo que permite una mayor densidad de siembra y, por tanto, una menor cantidad de sacos requeridos por hectárea.

En este sentido, los hallazgos son similares a los reportados por Bustamante et al. (2024), quienes determinaron que el costo de los insumos directos por hectárea de papa asciende a S/ 21,023.80, lo que representa el 64% del costo total de producción, proporción muy cercana a la observada en la presente investigación.

De igual manera, Tucto y Escobedo (2023) identificaron que el costo de los insumos directos por hectárea de papa es de S/11,150.00, valor que se aproxima al calculado en este estudio.

Por tanto, los insumos directos representan un componente determinante del costo de producción, al reflejar la constante necesidad de invertir en semillas, fertilizantes, abonos orgánicos, fungicidas e insecticidas para garantizar la eficiencia productiva, aun cuando sus proporciones puedan variar según las condiciones locales y las prácticas agrícolas usadas.

Por su parte el costo de la mano de obra directa es de S/ 3,925.00 para la papa de la variedad Única, S/ 4,230.56 para la papa de la variedad Amarilis y S/ 4,568.33 para la papa de la variedad Yungay (Tabla 2).

Tabla 2. Costo de mano de obra directa por hectárea de diferentes variedades de papa en Chucmar Alto – Tacabamba, Chota, Cajamarca.

Mano de obra directa	Variedades de papa					
	Única	%	Amarilis	%	Yungay	%
Uso de maquinaria	S/ 315.00	8.0%	S/ 315.00	7.4%	S/ 315.00	6.9%
Primera arada	S/ 175.00	4.5%	S/ 175.00	4.1%	S/ 175.00	3.8%
Cruzada	S/ 140.00	3.6%	S/ 140.00	3.3%	S/ 140.00	3.1%
Trabajo manual	S/ 3,610.00	92.0%	S/ 3,915.56	92.6%	S/ 4,253.33	93.1%
Surcado	S/ 110.00	2.8%	S/ 110.00	2.6%	S/ 110.00	2.4%
Siembra	S/ 480.00	12.2%	S/ 483.33	11.4%	S/ 500.00	10.9%
Deshierbo	S/ 750.00	19.1%	S/ 794.44	18.8%	S/ 820.00	17.9%
Aporque	S/ 545.00	13.9%	S/ 550.00	13.0%	S/ 580.00	12.7%
Fumigación	S/ 980.00	25.0%	S/ 1,200.00	28.4%	S/ 1,433.33	31.4%
Cosecha	S/ 745.00	19.0%	S/ 777.78	18.4%	S/ 810.00	17.7%
TOTAL	S/ 3,925.00	100%	S/ 4,230.56	100%	S/ 4,568.33	100%

Las etapas de deshierbo, cosecha y fumigación son las más relevantes, destacando la fumigación por presentar la variación más significativa en el costo entre las tres variedades. Esta diferencia se explica principalmente por un ciclo de cultivo más prolongado, que requiere un mayor número de fumigaciones, siendo la papa de la variedad Yungay la que muestra un costo más elevado.

Estos resultados son similares a los reportados por Frías (2020), quien determinó que el costo de la mano de obra directa por hectárea de papa asciende a S/2,100.00 la mano de obra manual constituye un componente esencial, dada la prevalencia de prácticas tradicionales en el cultivo de papa; de igual manera, Champi et al. (2020)

evidenciaron que, al igual que en la zona de estudio, en la comunidad de Cusco se depende fuertemente del trabajo humano para realizar actividades intensivas en tiempo y esfuerzo, siendo el deshierbo, la fumigación y la cosecha las etapas que requieren una mayor inversión.

En consecuencia, la mano de obra directa constituye un componente significativo del costo de producción. Los valores reportados en los estudios previos reflejan la realidad de las zonas rurales, donde el acceso limitado a maquinaria hace que las labores manuales predominen, lo que evidencia la necesidad de implementar estrategias que mejoren la eficiencia del trabajo agrícola y reduzcan los costos laborales.

En cuanto a los costos indirectos de producción son de S/ 1,420.63 para la papa de la variedad Única, S/ 1,584.99

para Amarilis y S/ 2,071.09 para Yungay (Tabla 3).

Tabla 3. Costos indirectos de producción por hectárea de diferentes variedades de papa en Chucmar Alto – Tacabamba, Chota, Cajamarca.

Costos indirectos de producción	Variedades de papa					
	Única	%	Amarilis	%	Yungay	%
Insumos indirectos	S/ 394.60	27.8%	S/ 450.80	28.4%	S/ 554.59	26.8%
Mano de obra indirecta	S/ 238.00	16.8%	S/ 203.56	12.8%	S/ 212.47	10.3%
Otros costos indirectos	S/ 788.03	55.5%	S/ 930.64	58.7%	S/ 1,304.04	63.0%
TOTAL	S/ 1,420.63	100%	S/ 1,584.99	100%	S/ 2,071.09	100%

Los costos indirectos incurridos en las tres variedades de papa incluyen el valor de los sacos utilizados en la cosecha, los cuales varían según la cantidad producida. Asimismo, se considera el costo del traslado de los insumos a la chacra, teniendo en cuenta la distancia y la accesibilidad, optándose por el uso de acémila o vehículos según corresponda; además, otros costos, como la depreciación, dependen del tiempo de uso de los activos fijos, incluyendo la bomba de espalda (en las etapas iniciales del cultivo) y la motobomba (a partir de la etapa de aporque).

Resultados similares fueron determinados por Fernández (2020) quien identificó que los costos indirectos de producción de una hectárea de papa ascienden a S/138.10; además, Bustamante et al. (2024) reportaron que los costos indirectos de producción alcanzaron S/3,079.60 por hectárea,

siendo su porcentaje de participación dentro del costo total proporcional a los resultados obtenidos en este estudio, lo que evidencia que las localidades de la provincia de Chota aplican procesos productivos similares en el cultivo de papa.

Por consiguiente, aun cuando los costos indirectos no sean predominantes, resultan fundamentales para garantizar el sostenimiento de las operaciones agrícolas. La similitud observada en su proporción evidencia la importancia de una gestión eficiente, orientada a fortalecer la viabilidad y la sostenibilidad económica de la producción de papa.

Como resultado general, el costo de producción es de S/ 16,520.43 para la papa de la variedad Única, S/ 17,595.66 para la papa de la variedad Amarilis y S/ 19,875.36 para la papa de la variedad Yungay (Tabla 4).

Tabla 4. Costo de producción por hectárea de diferentes variedades de papa en Chucmar Alto – Tacabamba, Chota, Cajamarca.

Elementos del costo de producción	Variedades de papa					
	Única	%	Amarilis	%	Yungay	%
Insumos directos	S/ 11,174.80	67.6%	S/ 11,780.11	66.9%	S/ 13,235.93	66.6%
Mano de obra directa	S/ 3,925.00	23.8%	S/ 4,230.56	24.0%	S/ 4,568.33	23.0%
Costos indirectos de producción	S/ 1,420.63	8.6%	S/ 1,584.99	9.0%	S/ 2,071.09	10.4%
TOTAL	S/ 16,520.43	100%	S/ 17,595.66	100%	S/ 19,875.36	100%

Estos resultados son similares a los reportados por Tuco y Escobedo (2023) quienes determinaron que el costo de producción de papa por hectárea es de S/18,840.00. La distribución de los costos entre insumos directos y mano de obra directa sigue un patrón comparable, siendo los insumos directos el componente predominante del costo total, seguido por la mano de obra

directa. Asimismo, Champi et al. (2020) estimaron que el costo de producción de 0.25 hectáreas de papa es de S/2,751.00, lo que equivale a S/11,004.00 por hectárea; datos similares a lo determinado en este estudio. El costo de producción por quintal de papa es de S/ 62.58 para la papa de la variedad Única, S/ 56.40 para Amarilis y S/55.21 para Yungay (Tabla 5).

Tabla 5. Costo de producción por quintal de diferentes variedades de papa en Chucmar Alto – Tacabamba, Chota, Cajamarca.

Descripción de elementos	Variedades de papa		
	Única	Amarilis	Yungay
Costo de producción	S/16,520.43	S/17,595.66	S/19,875.36
Unidades producidas	264	312	360
Costo unitario	S/62.58	S/56.40	S/55.21

La papa de la variedad Yungay presenta el mayor rendimiento por hectárea, seguida de la variedad Amarilis y, finalmente, de la variedad Única. Debido

a su alta productividad, el costo por quintal de la variedad Yungay es menor en comparación con las otras variedades, pesar de que su costo de producción por

hectárea es superior.

CONCLUSIONES

El análisis comparativo de costos de tres variedades de papa reveló diferencias significativas en su estructura económica. Estas divergencias responden a perfiles distintos de inversión en insumos y mano de obra por variedad. Los hallazgos resaltan el valor de esta información para la toma de decisiones agrícolas fundamentadas.

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

Banco Central de Reserva del Perú. (2024). Actividad económica: Febrero 2024 (Nota de Estudios 28-2024). <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Notas-Estudios/2024/nota-de-estudios-28-2024.pdf>

Bustamante, K. Y., Benavides, J. B., Idrogo, M., Dávila, K. W., & Centurión, N. (2024). Costos de producción y rentabilidad de los productores de papa en Chota. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 1-30. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/15276/21779>

Champi, P. A., Sivincha, Y., & Carbajal, E. (2020). Análisis de costos de producción y la rentabilidad, en la Papa Nativa [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana Unión]. Repositorio Institucional UPeU. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4194>

Fernández, F. E. (2020). Manejo fisionutricional del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Amarilis, en condiciones edafoclimáticas del distrito de Pachas, Dos de Mayo, Huánuco-2019 [Tesis de maestría, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://repositorio.unheval.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/f53fe883-83aa-4424-be91-3e9d3f77f979/content>

Fernández, G. (2024, enero). Entrevista realizada al presidente de la asociación Los Líderes de Chucmar Alto - Tacabamba (E. Cubas, Entrevistador) [Entrevista personal].

Frías, J. I. (2020). Rentabilidad y riesgos en la producción de papa blanca comercial y nativa en el distrito Huasahuasi, Tarma, Junín [Tesis de licenciatura, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio USIL. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e0ce24ad-db50-48b9-9831-107bb962f6bf/content>

Gobierno Regional de Cajamarca. (2023, 9 de mayo). Cajamarca produce

- 350 mil toneladas de papa al año. <https://www.regioncajamarca.gob.pe/portal/noticias/det/6418>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (1ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Mejía, G., & Castellanos, J. A. (2020). Costos de producción y rentabilidad del cultivo de la papa en Zacapoaxtla, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(8), 1651-1664. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.2523>
- Molina, O. R. (2009). La papa: Diversos elementos que intervienen en la cuantificación de su costo de producción. *Actualidad Contable FACES*, 12(18), 96-105. <https://biblat.unam.mx/hevila/ActualidadcontableFACES/2009/vol12/no18/6.pdf>
- Rojas, E., Mejía, J., & Tarrillo, O. (2022). Gestión de costos para mejorar los ingresos de los talleres de confección de prendas de vestir en Chota, Cajamarca. *Ciencia Norandina*, 4(1), 11-25. <https://unach.edu.pe/rcnorandina/index.php/ciencianorandina/article/view/107>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía del Perú. (2024). Pronóstico del tiempo para Cajamarca. <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=pronostico-meteorologico>
- Solano, M. K., Ruíz, A. S., Mucha, A. J., Alatrística, D. M., Villanueva, A. A., Pelaez, T. I., & Atilano, J. A. (2020). Costo de producción en empresas agrícolas de Casma fundamentado en Normas Internacionales de Contabilidad. *YACHAQ*, 2(2), 7-18. <https://revista.uct.edu.pe/index.php/YACHAQ/article/view/114>
- Tucto, D., & Escobedo, P. (2023). Análisis económico de la cadena productiva de la papa en el distrito de La Jalca Grande, Amazonas, 2021 [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional UNTRM. <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/3483/Deily%20Tucto%20Puiquin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>






Contribución de autoría

1. Erles Cubas Diaz: Concepción, elaboración del manuscrito y análisis de datos.
2. Emerson Guevara Bercera: Concepción, elaboración del manuscrito y análisis de datos.
Milord Idrogo Gálvez: Concepción, elaboración del manuscrito y análisis de datos.

Recibido: 23-10-2025 Aceptado:
27-12-2025 Publicado: 31-12-2025

Diversidad de artrópodos terrestres en el humedal Uripe, Salaverry, Perú

Diversity of terrestrial arthropods in the Uripe wetland, Salaverry, Peru

Shirley Madeleine Valderrama-Alfaro^{1*} , Aureliano Florencio Ramírez-Cruz¹ ,
Juan Guillermo Tirado-Sarmiento² , Leonardo David Alfaro-Caycho¹ ,
Víctor Armando Guzmán-Rodríguez¹ 

¹ Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Biológicas, La Libertad, Perú.

² Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, La Libertad, Perú.

*Autor de correspondencia: smvalderrama@unitru.edu.pe

RESUMEN

Debido a su alto valor ambiental, los humedales son de gran interés para la comunidad científica por su importancia en la conservación y prevención del deterioro ecológico. Por lo tanto, el objetivo en este estudio fue determinar la diversidad de artrópodos terrestres en el humedal Uripe, en Salaverry, región La Libertad. Para ello, se realizó un muestreo entre los meses de febrero a julio de 2025, se tomó 20 puntos al azar y se aplicó el método radial, además, se usó la red entomológica, de golpeo y trampas Pitfall; todas las muestras colectadas fueron llevadas al laboratorio de entomología de la Universidad Nacional de Trujillo para su análisis. Se registraron en total 2208 artrópodos, agrupados en 3 clases, 12 órdenes, 54 familias y 77 especies; siendo los órdenes Hymenoptera, Coleoptera, Diptera y Hemiptera los más abundantes. Los índices ecológicos de Simpson (0,89), Shannon (2,51), Margalef (3,65) y Pielou (0,95) revelan valores relativamente altos de diversidad, riqueza y uniformidad con respecto a los artrópodos aéreos capturados en el área de estudio. En el PCA para las especies capturadas con red entomológica revelan que existen tres grupos de familias relacionadas entre sí, sin embargo, las familias muestreadas con trampas Pitfall muestran competencia entre ellas. Se concluye que el humedal Uripe presenta una alta diversidad de artrópodos terrestres, cumpliendo un papel fundamental con respecto a la conservación de los invertebrados.

Palabras clave: Invertebrados, biodiversidad, ecosistema

ABSTRACT

Due to their high environmental value, wetlands are of great interest to the scientific community because of their importance in conservation and the prevention of ecological degradation. Therefore, the objective of this study was to determine the diversity of terrestrial arthropods in the Uripe wetland in Salaverry, La Libertad region. Sampling was

conducted between February and July 2025, with 20 randomly selected sampling points using the radial sampling method. Additionally, entomological nets, beating nets, and pitfall traps were used. All collected samples were taken to the entomology laboratory of the National University of Trujillo for analysis. A total of 2208 arthropods were recorded, grouped into 3 classes, 12 orders, 54 families, and 77 species; the orders Hymenoptera, Coleoptera, Diptera, and Hemiptera being the most abundant. The ecological indices of Simpson (0,89), Shannon (2,51), Margalef (3,65), and Pielou (0,95) reveal relatively high values of diversity, richness, and evenness with respect to the aerial arthropods captured in the study area. The PCA for species captured with entomological nets reveals three related family groups; however, families sampled with pitfall traps show competition among themselves. It is concluded that the Uripe wetland exhibits a high diversity of terrestrial arthropods, playing a fundamental role in invertebrate conservation.

Keywords: Invertebrates, biodiversity, ecosystem

INTRODUCCION

Los humedales, naturales o artificiales, poseen una amplia e importante cantidad de flora y fauna silvestre que incrementan la diversidad biológica en nuestro planeta, entre los grupos de vida que albergan destacan aves, reptiles y artrópodos (Sánchez-N. & Amat-García, 2005). No obstante, estos ecosistemas se ven constantemente amenazados por cambios climáticos y diversas actividades humanas que generan contaminación y desequilibrio ecológico (Merizalde, 2020; Moomaw et al., 2018) que ponen en riesgo la biodiversidad biológica del planeta.

Debido a su valor ambiental, estos ecosistemas son de interés social y económico para la población porque los aprovechan de forma indirecta en actividades de pesca y agricultura (Ministerio del ambiente, 2015). Asimismo, es una fuente de conocimiento para la comunidad científica porque estudia y analiza la conservación de los humedales, para

evitar su deterioro. Así, el estudio de diversidad de especies contribuye con la conservación de estos ecosistemas, puesto que proporcionan información sobre el entorno natural de vida y colaboran con la mejor toma de decisiones para una gestión oportuna (Díaz et al., 2021).

Los trabajos de investigación en humedales se han enfocado al estudio de formación y estado de conservación (Quiñonez & Hernández, 2017; Pulido & Bermúdez, 2018), siendo: de ecosistemas marinos (Palma et al., 2018; Fernández & Aristizábal, 2021), aves migratorias (García-Olaechea et al., 2018; Iannacone et al., 2010), de abundancia de flora (Ramírez et al., 2010; Díaz et al., 2021) y de diversidad de artrópodos (Sánchez-N. & Amat-García, 2005; Sánchez-Flores et al., 2019).

La variedad de artrópodos con la que cuentan los humedales son diversos y cambian de acuerdo con las características climáticas del lugar en donde se encuentran (Sánchez-N. &

Amat-García, 2005). En Perú, la costa de La Libertad posee temperaturas cálidas y moderada precipitaciones pluviales, condiciones que mantiene la diversidad y facilita la reproducción de los invertebrados (Baltazar, 2016); siendo un factor muy importante para la presencia de flora nativa que se convierte en refugio y alimento para la mayoría de los artrópodos.

Conocida la importancia, es necesario informar y documentar datos sobre riqueza, abundancia y diversidad de las formas de vida que habitan en los humedales; en especial de artrópodos, además de su relación interespecífica con especies vegetales (De Szalay & Resh, 2000). En consecuencia, el objetivo de este estudio fue determinar la diversidad de artrópodos terrestres en el humedal Uripe en Salaverry, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El humedal en estudio se localiza en el distrito de Salaverry, a 14 km de la ciudad de Trujillo, La Libertad (Perú), está a 5 m.s.n.m., y cuenta con 224 ha (Figura 1). La posición geográfica referencial es de 8°15'45" de latitud Sur y 78°57'23" de longitud Oeste, a una distancia promedio de 550 m de la orilla del mar. La temperatura promedio oscila entre 24,5° C y 17,8° C, valores máximo y

mínimo respectivamente. La humedad relativa promedio fue de 80–85 % y la precipitación pluvial fue prácticamente nula (<1 mm). Asimismo, la velocidad promedio del viento fluctuó entre 1,5 y 2,5 m/s (SENAMHI, 2025).

Diseño de investigación

Muestreo de artrópodos

La colecta de muestras se realizó entre los meses de febrero a julio del 2025, en el humedal se ubicó aleatoriamente 20 puntos de muestreo (Figura 1), cuyas coordenadas se muestran en la Tabla 1. En cada punto se instaló trampas de caída Pitfall (Marinoni & Ganho, 2003), y se realizó captura directa con red de golpeo (Usinger, 1956) y red entomológica (Steyskal et al., 1986), se utilizó la metodología radial con 100 m de sondeo (Cornejo & Luis, 2019), todas con 3 repeticiones.



Figura 1. Vista y ubicación de 20 puntos de muestreo tomados en el humedal Uripe, Salaverry, Perú.

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de muestreo tomados aleatoriamente en el humedal Uripe, Salaverry, Perú.

	Punto de muestreo	Ubicación Geográfica	
		UTM	
		S	W
Humedal Uripe	1	8°14'12.34"	78°58'26.90"
	2	8°14'12.71"	78°58'24.58"
	3	8°14'11.86"	78°58'21.43"
	4	8°14'14.52"	78°58'21.88"
	5	8°14'14.37"	78°58'17.67"
	6	8°14'17.52"	78°58'23.47"
	7	8°14'21.48"	78°58'22.14"
	8	8°14'27.54"	78°58'18.04"
	9	8°14'36.45"	78°58'6.33"
	10	8°14'44.61"	78°58'3.92"
	11	8°14'46.75"	78°57'57.94"
	12	8°14'55.48"	78°57'54.71"
	13	8°14'59.66"	78°57'46.16"
	14	8°15'10.04"	78°57'43.74"
	15	8°15'11.13"	78°57'37.90"
	16	8°15'20.02"	78°57'34.35"
	17	8°15'32.90"	78°57'28.21"
	18	8°15'40.74"	78°57'27.79"
	19	8°15'52.54"	78°57'27.29"
	20	8°16'3.71"	78°57'31.41"

Instalación de trampas

Las trampas Pitfall se instalaron debajo de arbustos y plantas rastreras, se colocó un envase plástico de 1L al ras del suelo y se adicionó agua con detergente hasta la mitad, la colecta de artrópodos de las trampas se realizó tres días después de la instalación y consistió en el traslado total de los envases al laboratorio para su posterior lavado, selección y conteo. Con respecto a las capturas con red entomológica y de golpeo (aéreas), los

insectos capturados fueron colocados en frasco letal y posteriormente a sobres entomológicos; entre tanto, las arañas se depositaron en frascos con alcohol al 70%, todos rotulados.

Identificación de especies

Todo el material colectado fue trasladado al Laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional de Trujillo para su identificación, para lo cual se usaron claves

taxonómicas, trabajos de investigación, revistas científicas e información de libros (Van Achterberg, 1991 y Borrór, 1984), categorizándolos por clase, orden y familia. Se realizó el conteo de individuos por morfoespecie siguiendo los patrones de coloración y venación alar en caso de adultos. Para los arácnidos se tomó en cuenta la posición de ojos y pubescencia en patas y abdomen.

Análisis de datos

En función del número de especímenes, se calcularon los índices de riqueza, biodiversidad y abundancia de Simpson, Shannon-Weaver, Margalef; además de, los índices de equitatividad de Evenness y Pielou. Se utilizó software PAST 3 para determinar la existencia de diferencias

significativas; asimismo, se realizó Análisis de Componentes Principales (ACP) con software R para identificar patrones de asociación y variación entre las comunidades de artrópodos según los puntos de muestreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el humedal Uripe se hallaron 3 clases de artrópodos siendo: Insecta en primer lugar (1681 individuos), seguido de Arachnida (274 individuos) y Malacostraca (253 individuos). Se determinaron un total de 1051 individuos capturados con red aérea y 1157 contabilizados en trampas Pitfall. Se registraron en total 2208 artrópodos, agrupados en 12 órdenes y 54 familias (Tabla 2).

Tabla 2. Número de individuos colectados con dos métodos de captura en el humedal Uripe.

Clase	Orden	Familia	N° de individuos colectados		Total
			Red entomológica/golpeo	Trampa Pitfall	
Insecta	Hymenoptera	Andrenidae	288	596	884
		Anthocoridae			
		Apidae			
		Braconidae			
		Colletidae			
		Chalcididae			
		Formicidae			
		Ichneumonidae			
		Mutillidae			
		Pompilidae			
		Sphecidae			
		Vespidae			
		Coleoptera			
Cicindelidae					
Coccinellidae					
Curculionidae					
Chrysomelidae					

Clase	Orden	Familia	N° de individuos colectados		Total
			Red entomológica/golpeo	Trampa Pitfall	
		Scarabeidae			
		Tenebrionidae			
	Hemiptera	Lygaeidae	162	28	190
		Membracidae			
		Miridae			
		Nabidae			
		Pentatomidae			
		Pyrrhocoridae			
		Reduviidae			
	Lepidoptera	Arctiidae	102	0	102
		Gelechiidae			
		Geometridae			
		Hesperiidae			
		Lycaenidae			
		Nymphalidae			
	Dermaptera	Labiduridae	3	92	95
	Diptera	Agromyzidae	72	7	79
		Asilidae			
		Bombyliidae			
		Calliphoridae			
		Culicidae			
		Muscidae			
		Sarcophagidae			
		Syrphidae			
		Tephritidae			
	Odonata	Aeshnidae	65	0	65
		Coenagrionidae			
		Libellulidae			
	Orthoptera	Gryllidae	0	14	14
	Neuroptera	Chrysopidae	7	0	7
		Myrmeleontidae			
Arachnida	Araneae	Araneidae	215	57	272
		Oxyopidae			
		Salticidae			
		Theridiidae			
	Pseudoscorpionida	Chernetidae	0	2	2
Malacostraca	Isopoda	Porcellionidae	0	253	253
Total de individuos			1051	1157	2208

Se encontró 77 especies diferentes (100%), de las cuales 21 son del orden Hymenoptera (27,3%), 13 de Diptera (16,8%), 12 de Coleoptera (15,6%), 9 de Hemiptera (11,7%), 8 de Lepidóptera (10,3%), 6 de (6,5%), 3 Odonata (3,9%), 2 de Neuroptera (2,7%) y los órdenes Orthoptera, Dermaptera, Isopoda y Pseudoscorpionida se presentaron en 1,3%, con 1 especie cada uno (Figura 2). Resultados similares fueron determinados por Sánchez-Flores et al. (2019), que evaluó la entomofauna en los

humedales de Ventanilla (Perú), obteniendo que los órdenes de mayor abundancia fueron Diptera, Coleoptera e Hymenoptera. Estos resultados son reforzados con los obtenidos por Ibañez-Bernal y Suárez-Landa (2022), donde afirman que los Diptera pueden llegar a ser el orden con mayor diversidad en lugares de alta humedad, puesto que se ven promovidos por la presencia de paisajes florísticos que son su alimento y refugio.

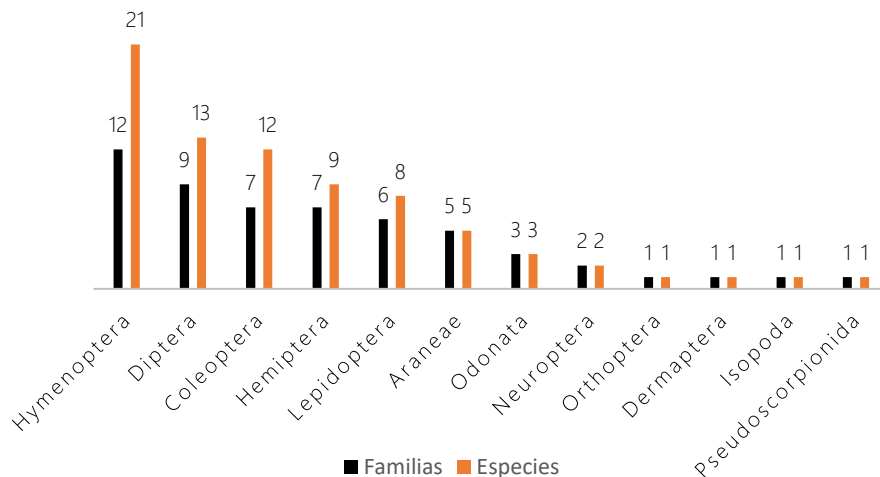


Figura 2. Número de especies y familias de los órdenes registrados en el Humedal Uripe.

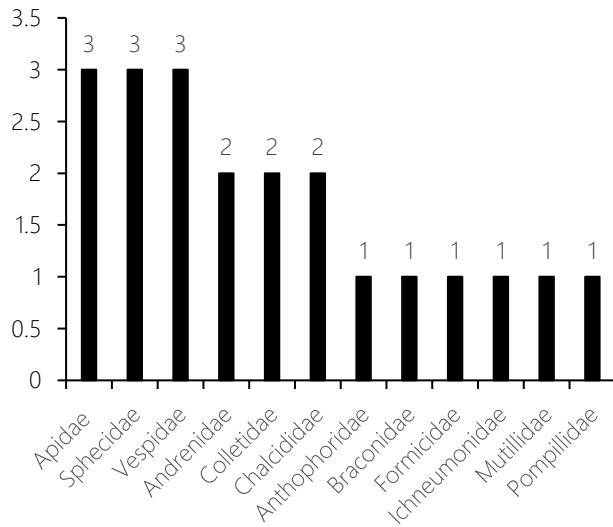
Asimismo, Áhlén et al. (2024) en su trabajo de diversidad de artrópodos en humedales artificiales encontraron que los órdenes más diversos y abundantes fueron los Coleópteros y los Dípteros, además del grupo de los Arácnidos. Estas investigaciones previas nos confirman que los grupos de

Himenópteros, Dípteros y Coleópteros presentan especies más afines a las características de los humedales costeros.

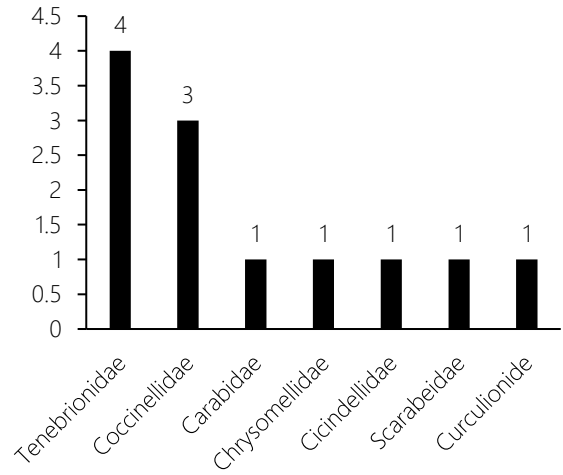
Los órdenes Hymenoptera, Coleoptera, Diptera y Hemiptera fueron los que resaltaron por tener el mayor porcentaje de artrópodos encontrados (Figura 3),

registrando 12, 9, 7 y 7 familias, respectivamente; estos 4 grupos representan más de la mitad del total de las familias reportadas (54) en esta investigación. Para el grupo de los Himenopteros las familias más representativas fueron Apidae, Sphecidae y Vespidae, con 3 especies cada una (Figura 3a), en los Coleopteros las familias más diversas fueron

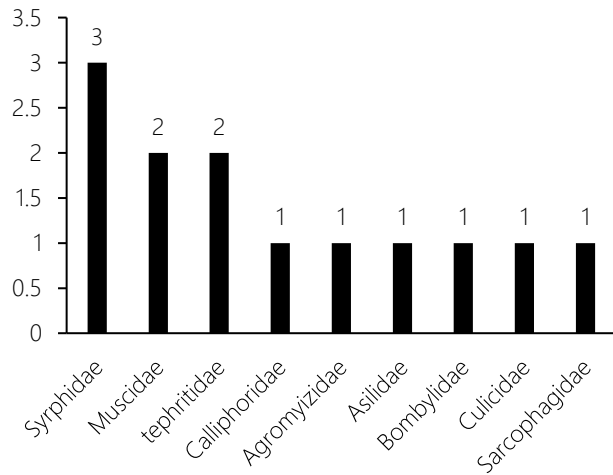
Tenebrionidae y Coccinellidae, con 4 y 3 especies, respectivamente (Figura 3b), los dípteros reportaron 3 especies para la familia Syrphidae y 2 para Muscidae y Tephritidae (Figura 3c), y para los Hemiptera la familia Miridae (3), simbolizando el subgrupo con mayor número de especies para este orden (Figura 3d).



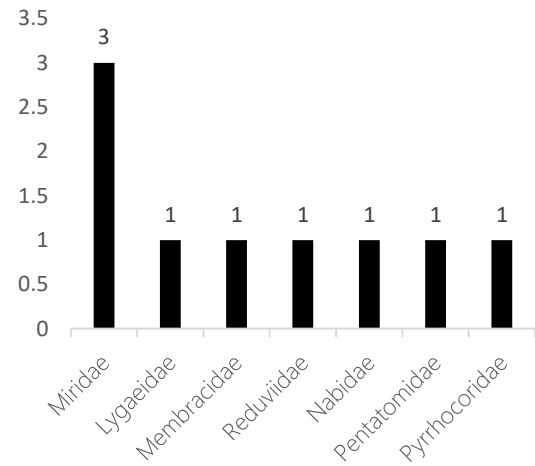
a



b



c



d

Figura 3. Número de especies por familia de los órdenes con mayor diversidad registrados en el Humedal Uripe, a. Hymenoptera, b. Coleoptera, c. Diptera, d. Hemiptera.

Sánchez-N y Amat-García (2005) describen que los dípteros son abundantes siempre que exista presencia de alta humedad y materia orgánica; características estas del humedal de Uripe. Al respecto, De Szalay y Resh (2000) mencionan que el tipo de cobertura vegetal afecta la riqueza y abundancia del grupo de artrópodos que habitan en los humedales, influyendo directamente en las distribuciones de estos grupos de interés. La presencia de flora en Uripe como *Typha angustifolia*, *Schoenoplectus americanus*, *Sesuvium portulacastrum*, *Trianthema portulacastrum*, *Heliotropium curassavicum*, *Bacopa monnieri*, *Chenopodium murale* y *Distichlis spicata* (Ywanaga et al., 2021; Rodríguez et al., 2022) es indispensable para mantener el equilibrio en este ecosistema.

Los índices ecológicos en la Tabla 3 nos muestran los valores de diversidad y riqueza para el área de estudio, el índice de Simpson para las capturas realizadas con red entomológica es de 0,89 lo que nos da a entender que la fauna aérea

presenta baja diversidad; no obstante, para las trampas de caída se tiene un valor de 0,58 que se interpreta como diversidad moderada.

Al relacionar los valores de Simpson y Shannon se puede visualizar que el valor de 1,33 reafirma la cantidad moderada de especies con respecto a la fauna epigea, sin embargo, el valor para las capturas de artrópodos aéreos es considerablemente alto (2,51) lo que sugiere una alta riqueza y equidad en la comunidad Uripe. Martínez et al. (2021) en su trabajo sobre diversidad de artrópodos en "pimiento" determinaron un índice de Shannon mayor a 2 concluyendo mayor número de especies y alta abundancia en áreas abiertas; entre tanto, el valor obtenido en Simpson fue de 0,62 indicando la dominancia de una especie en el sistema estudiado. Resultados similares fueron reportados por Livia et al. (2020) al evaluar la fauna del suelo en el cultivo de maíz obteniendo el valor de 2,67 (Shannon) estableciendo una diversidad intermedia en el campo estudiado.

Tabla 3. Índices promedio de riqueza y abundancia de artrópodos capturados en 20 puntos de muestreo en el humedal Uripe.

Método de captura	Trampas Pitfall (caída)	Red entomológica (aérea)
Índices		
Simpson_1-D	0,58	0,89
Shannon_H	1,33	2,51
Evenness_e^H/S	0,53	0,89

Margalef	1,73	3,65
Equitability_J	0,66	0,95

Para evaluar la distribución de las especies encontradas en Uripe se calculó el índice de Evenness (Tabla 3), los valores de 0,53 y 0,89, para trampas de caída y aéreas respectivamente, sugieren una equidad baja siendo el grupo de los hymenoptera los que presentan mayor abundancia (26,9%), los neuroptera y dermaptera con menor proporción (1,3%). De acuerdo con Nieves-Aldrey (2021), los himenopteros superarían las 500 000 especies; de este modo, es usual encontrarlos en mayor proporción con respecto a otros artrópodos. Estos resultados confirman que, en los humedales como Uripe, poco intervenidos, se comportan como un refugio natural de alta importancia para este grupo polinizador.

Al realizar una comparación entre los artrópodos del humedal Uripe, el índice de Margalef indica que, para la comunidad epígea el valor es de 1,73 y para la comunidad aérea es de 3,65 (Tabla 3). El último valor es indicativo de una comunidad rica y equilibrada; siendo el segundo grupo poseedor de la mayor diversidad de especies con respecto al primero. Asimismo, el índice de equidad de Pielou es de 0,95 para los artrópodos aéreos, este valor es indicativo de una mayor uniformidad en la distribución de las especies encontradas en el humedal. Ávila-Bocanegra et al. (2023) utilizaron el índice de Margalef para comparar tres zonas en alrededores mineros, el valor

más alto obtenido fue de 2,52 y por lo tanto fue la zona con mayor riqueza con respecto a las otras dos de menor valor. Estos resultados muestran claramente la diferencia entre la diversidad encontrada en zonas con alta perturbación antropogénica y las zonas de menor alteración por participación del hombre, el humedal Uripe es un nuevo ecosistema que alberga una alta diversidad de artrópodos terrestres, cumpliendo un papel fundamental con respecto a la conservación de los invertebrados.

En el análisis de componentes principales para las especies capturadas con red entomológica (Figura 4a) se observa tres grupos de familias relacionadas entre sí. El primer grupo conformado por las familias Oxyopidae, Membracidae, Colletidae, Coccinellidae, Vespidae y Sphecidae; el segundo grupo representado por Miridae, Threridiidae y Culicidae, el tercer grupo constituido por Anthocoridae, Andrenidae, Lycaenidae, Labiduridae, Chrysomelidae, Cicindelidae y Coenagrionidae; estas familias de artrópodos están relacionadas directamente con las características de los puntos de muestreo (Yue et al., 2007), probablemente por el tipo de vegetación o el recurso hídrico. Con respecto a la Figura 4b, las familias con mayor abundancia son Labiduridae,

Porcellionidae y Formicidae, éstas representan una fuerte influencia en la variabilidad de los puntos muestreados con trampas Pitfall. Las tres familias en

mención no presentan una relación de coexistencia, por lo contrario, se puede interpretar que se excluyen o existe competencia entre ellas.

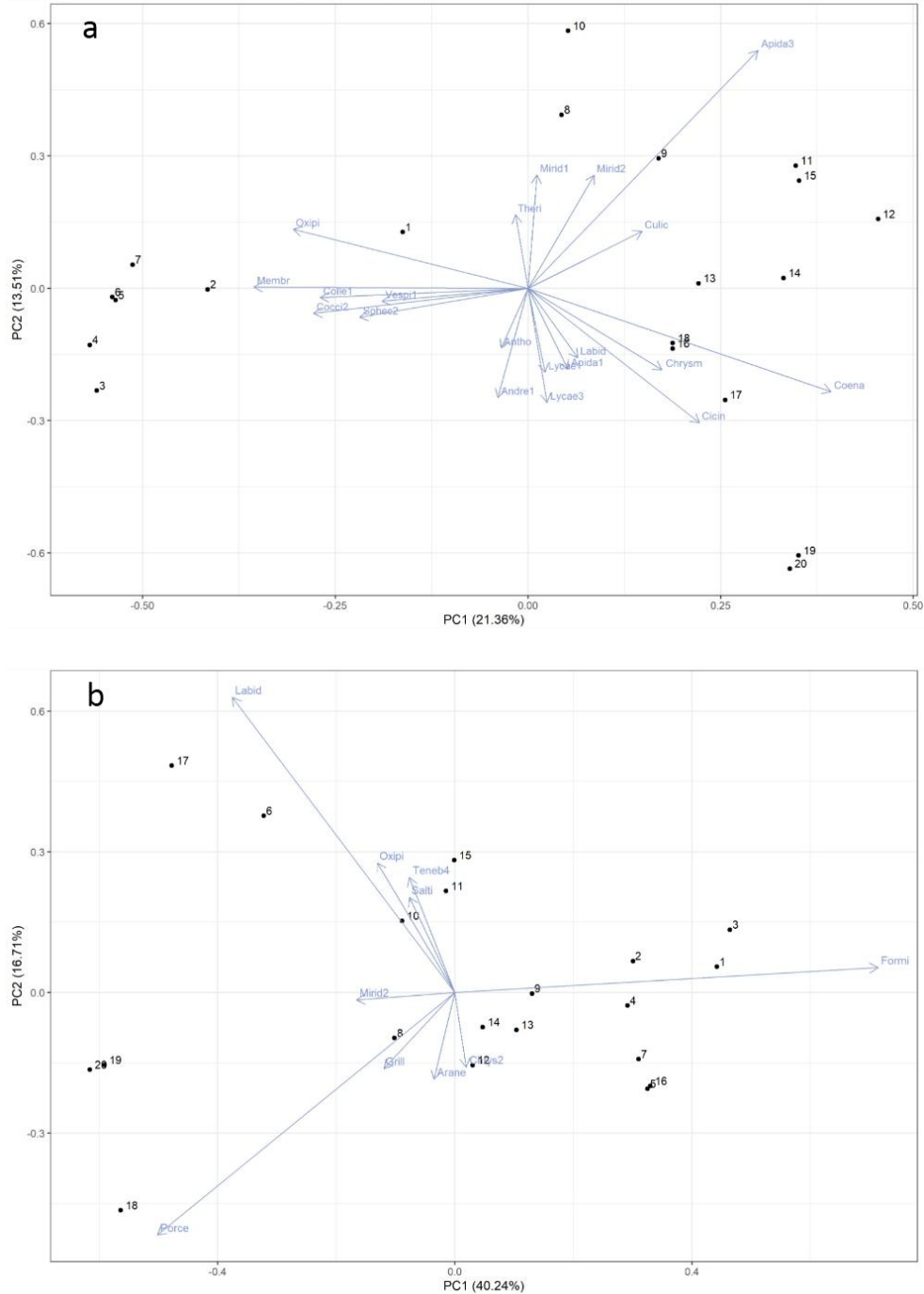


Figura 4. Análisis de componentes principales (PCA) de las familias encontradas en los puntos de muestreo del humedal Uripe. a. Capturas con red entomológica. b. Capturas con trampa Pitfall.

Los PCA no reflejan el estado de conservación del ecosistema; puesto que, ello depende de otros factores (Hou

et al., 2021) incluso la participación de la población

CONCLUSIONES

En el humedal Uripe predominan los órdenes Hymenoptera, Coleoptera, Diptera y Hemiptera. Los análisis de diversidad reflejaron que los artrópodos de hábito aéreo presentan la mayor riqueza y una distribución más uniforme de especies.

Se recomienda establecer un programa de monitoreo periódico que permita evaluar las variaciones estacionales de esta comunidad, aportando información valiosa para la gestión y conservación del humedal.

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

Åhlén, D., Jarsjö, J., Jonsell, M., Klatt, B. K., Schneider, L. D., Strand, J., & Hambäck, P. A. (2024). Arthropod diversity in constructed wetlands is affected strongly by shoreline properties but only weakly by grazing. *Journal of Biogeography*, 00, 1–11. <https://doi.org/10.1111/jbi.14997>

Avila-Bocanegra, C., Bermúdez-Armas, J., Ramírez-Cruz, A., & Valderrama-Alfaro, S. (2023). Entomofauna terrestre en el sector minero La Arena, Huamachuco, Perú. *Agroindustrial Science*, 13(2), 67–74. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2023.02.02>

Baltazar C., H. (2016). Climatic factors that influence the diversity of insects in *Spartium junceum* L. (Fabales: Fabaceae). *Prospectiva Universitaria*, 13(2), 30–48.

Borror, D. J. (1984). Introducción al estudio de los insectos. Editora Edgar Blucher Ltda.

Cornejo B., L. E. (2019). Evaluación de los métodos de muestreo probabilísticos en la caracterización de sitios arqueológicos por medio de sondeos subsuperficiales. *Chungará* (Arica), 51(3), 427–442. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562019005001303>

De Szalay, F. A., & Resh, V. H. (2000). Factors influencing macroinvertebrate colonization of seasonal wetlands: Responses to emergent plant cover. *Freshwater Biology*, 45(3), 295–308.

Díaz, A., Sáenz-Zúñiga, L., & Zutta, B. (2021). Formación de un humedal

- en la costa norte del Perú: Estabilidad biofísica y diversidad biológica. *Revista Peruana de Biología*, 28(3), e21132. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v28i3.21132>
- Fernández, M. A., & Aristizábal, J. N. (2021). Formulación de estrategias de conservación del humedal Gualí Tres Esquinas [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional. <http://repository.usta.edu.co/handle/11634/33775?show=full>
- García-Olaechea, Á. G., Chávez-Villavicencio, C. L., & Tabillo-Valdivieso, E. L. (2018). ¿Influyen las aves migratorias neárticas en el patrón estacional de aves de los humedales costeros? *Revista Peruana de Biología*, 25(2), 117–124. <https://doi.org/10.15381/rpb.v25i2.13281>
- Hou, Z., Lv, G., & Jiang, L. (2021). Functional diversity can predict ecosystem functions better than dominant species: The case of desert plants in the Ebinur lake basin. *Sustainability*, 13(5), Article 2858. <https://doi.org/10.3390/su13052858>
- Iannaccone, J., Atasi, M., Bocanegra, T., Camacho, M., Montes, A., Santos, S., Zuñiga, H., & Alayo, M. (2010). Diversity of birds in Pantanos de Villa wetland, Lima, Peru: Period 2004-2007. *Biota Neotropica*, 10(2), 295–304. <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n2/en/abstract?inventory+bn02610022010>
- Ibañez-Bernal, S., & Suárez-Landa, M. (2022). Polinizadores incógnitos: Las moscas. INECOL. <https://www.inecol.mx/in ecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1729-polinizadores-incognitos-las-moscas>
- Livia, C., Sánchez, G., & Cruces, L. (2020). Diversidad de insectos del suelo asociados al cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en La Molina/Lima/Perú. *Ecología Aplicada*, 19(2), 57–64. <https://doi.org/10.21704/rea.v19i2.1556>
- Marinoni, R. C., & Ganho, N. G. (2003). Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundancia e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas de solo. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(4), 737–744.
- Martínez, M. de los A., Baños, H. L., Cuellar, L., del Toro, M., Sánchez, A., Miranda, I., & Duarte, L. (2021). Diversidad y grupos funcionales de artrópodos en pimiento (*Capsicum annum* L.) a campo abierto y casas de cultivo. *Revista de Protección Vegetal*, 36(1), 1–9.
- Merizalde, D. L. (2020). Importancia de los humedales, problemática en el Perú y alternativas de solución [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Sur]. Repositorio Institucional

- UCSUR. <http://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1413/TB-Merizalde%20D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio del Ambiente. (2015). Estrategia Nacional de Humedales. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/01/Anexo-Decreto-Supremo-N%C2B0-004-2015-MINAM2.pdf>
- Moomaw, W. R., Chmura, G. L., Davies, G. T., Finlayson, C. M., Middleton, B. A., Natali, S. M., Perry, J. E., Roulet, N., & Sutton-Grier, A. E. (2018). Wetlands in a changing climate: Science, policy and management. *Wetlands*, 38(2), 183–205. <https://doi.org/10.1007/s13157-018-1023-8>
- Nieves-Aldrey, J. L. (2021). Himenópteros, un orden hiperdiverso de insectos. Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- Palma, M., Torres, J., Cisneros, H., Caliri, M., Ordoñez, M., León, C., & Gorla, N. (2018). Servicios ecosistémicos del Humedal Llancañelo y estrategias de conservación. *Revista Electrónica de Difusión Científica*, 2(3), 198–201.
- Pulido, V., & Bermúdez, L. (2018). Current conservation status of the habitats of the Pantanos de Villa, Lima, Perú. *Arnaldoa*, 25(2), 679–702. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25219>
- Quiñonez, A., & Hernández, F. (2017). Uso de hábitat y estado de conservación de las aves en el humedal El Paraíso, Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 24(2), 175–186. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i2.13494>
- Ramírez, D., Aponte, H., & Cano, A. (2010). Flora vascular y vegetación del humedal de Santa Rosa (Chancay, Lima). *Revista Peruana de Biología*, 17(1), 105–110. <https://doi.org/10.15381/rpb.v17i1.57>
- Rodríguez, E., Alvítez, E., Pollack, L., Leiva, S., & Gutiérrez, J. (2022). Elementos florísticos y estado de conservación de cuatro humedales costeros poco conocidos en la región La Libertad, Perú. *Arnaldoa*, 29(1), 49–70. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.291.29103>
- Sánchez-Flores, P., Alvarino, L., & Iannaccone, J. (2019). Diversity of terrestrial insects in four vegetable communities of the regional conservation area (acr) ventanilla wetland, Callao, Peru. *The Biologist*, 17(1), 73–94.
- Sánchez-N., & Amat-García, G. (2005). Diversidad de la fauna de artrópodos terrestres en el humedal Jaboque, Bogotá-Colombia. *Caldasia*, 27(2), 311–329.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2025). Datos climatológicos de la estación Salaverry – La

- Libertad. <https://www.senamhi.gob.pe>
- Steyskal, G. C., Murphy, W. L., & Hoover, E. M. (1986). Insectos y ácaros: Técnicas de recolección y conservación (Publicación Miscelánea No. 1443). U.S. Departamento de Agricultura.
- Usinger, R. L. (1956). Insectos acuáticos de California. University of California Press.
- Van Achterberg, K. (1991). Los insectos de Australia, un libro de texto para estudiantes e investigadores (2ª ed.). Melbourne University Press.
- Yue, T. X., Ma, S. N., Wu, S. X., & Zhan, J. Y. (2007). Comparative analyses of the scaling diversity index and its applicability. *International Journal of Remote Sensing*, 28(7), 1611–1623. <https://doi.org/10.1080/0143160600887714>
- Ywanaga, N. G., González, C. A., Gutiérrez, J. N., & Rodríguez, E. (2021). Nuevo registro de humedal y la presencia estival de *Phoenicopterus chilensis* Molina, 1782, en la playa sur de Salaverry, provincia de Trujillo - Perú. *Sagasteguiana*, 9(2), 95–120.

Contribución de autoría

Concepción y elaboración del manuscrito: Shirley Valderrama Alfaro
Análisis de datos: Guillermo Tirado Sarmiento
Muestreo del humedal: Leonardo Alfaro Caycho, Víctor Guzmán Rodríguez
Determinación de familias y codificación de especies: Shirley Valderrama Alfaro, Aureliano Ramírez Cruz

Recibido: 17-11-2025 Aceptado: 27-12-2025 Publicado: 31-12-2025

Asociatividad en sistemas agroecológicos de fresa: cultura organizacional, producción y comercialización en Bambamarca, Cajamarca

Associativity in strawberry agroecological systems: organizational culture, production and marketing in Bambamarca, Cajamarca

Aldo Michel Pisco Cueva ¹  Andy Gonzales Villena ^{2*} 

¹Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas, Escuela de posgrado, Cajamarca, Cajamarca, Perú.

²Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas, Escuela de posgrado, Cajamarca, Cajamarca, Perú

*Autor de correspondencia: [Email: agonzalesv@unc.edu.pe]

RESUMEN

El objetivo en este estudio fue analizar la influencia de la asociatividad en la cultura organizacional, la producción y la comercialización de fresa por los socios de "Agroecológicos de Bambamarca", en Cajamarca. La investigación fue de enfoque cuantitativo, con un alcance correlacional, de diseño no experimental y de corte transversal. Se aplicó el método hipotético-deductivo y se utilizó un cuestionario basado en la escala de Likert. Fue determinado que la asociatividad y la cultura organizacional presentaron una correlación positiva moderada de $r=0.691$; entre tanto, con la variable producción se observó una correlación positiva alta de $r=0.878$, y de la misma manera, la comercialización de $r = 0.823$. En tal sentido, la asociatividad actúa como un motor del desarrollo organizacional, productivo y comercial, y al mismo tiempo fortalece la identidad colectiva y contribuye a la sostenibilidad de las organizaciones rurales.

Palabras claves: Capital humano y social; gobernanza organizativa; desempeño productivo; integración comercial y agricultura familiar.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the influence of associativity on the organizational culture, production and marketing of strawberries by the partners of "Agroecológicos de Bambamarca", in Cajamarca. The research was quantitative, with a correlational scope, a non-experimental design and a cross-sectional approach. The hypothetical-deductive method was applied and a questionnaire based on the Likert scale was used. It was determined that associativity and organizational culture presented a moderate positive correlation of $r=0.691$; Meanwhile, with the production variable, a high

positive correlation of $r = 0.878$ was observed, and in the same way, the commercialization of $r = 0.823$. In this sense, associativity acts as an engine of organizational, productive and commercial development, and at the same time strengthens collective identity and contributes to the sustainability of rural organizations.

Keywords: Human and social capital; organizational governance; productive performance; commercial integration; family farming.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la fresa se ha consolidado en los últimos años como una actividad productiva relevante para los agricultores de Bambamarca, Cajamarca; por generar ingresos económicos y dinamizar la economía local. Este proceso dio lugar a la conformación de la Asociación "Agroecológicos de Bambamarca", orientada a fortalecer la producción y la comercialización. No obstante, la organización aún presenta limitaciones en su cultura organizacional, compromiso asociativo y gestión productiva y comercial, lo que resalta la importancia de la asociatividad como una estrategia clave para el desarrollo rural sostenible y la mejora de la competitividad de los productores.

La asociatividad constituye una forma avanzada de integración productiva que permite a los actores unir esfuerzos y recursos para alcanzar objetivos comunes, conservando su autonomía organizativa (Dini, 1996 & Marce, 2016). En el ámbito agrícola, este modelo genera beneficios en el capital humano y social, además de mejorar los resultados técnicos, productivos y económicos de las organizaciones (Amézaga et al., 2013).

Desde esta perspectiva, Chiavenato

(2007) resalta que el desarrollo de competencias fortalece el valor del capital humano, entre tanto, García y Medina (2011) destacan que el capital social refuerza la capacidad de las comunidades para enfrentar la pobreza y la vulnerabilidad. Estos enfoques coinciden con los hallazgos de Anaya (2018), quien evidenció mayores niveles de productividad en productores organizados, y con Cagüeñas (2016), quien señaló que la sostenibilidad de las asociaciones depende del compromiso organizacional permanente.

La cultura organizacional constituye un pilar fundamental en la gestión de las asociaciones rurales, pues orienta la manera en que sus integrantes piensan, actúan y se relacionan. López (2015) señala que, esta se construye progresivamente a partir de las interacciones sociales, influyendo directamente en la motivación, la cooperación y el sentido de identidad colectiva. En ese marco, Porter (1980) sostiene que una organización logra diferenciarse cuando consolida una cultura propia y coherente, mientras que Zepeda et al. (2016) destaca que el compromiso laboral depende, en gran medida, de estructuras que promuevan la participación activa del talento

humano en la toma de decisiones. Asimismo, Balcazar (2018) afirma que una organización mantiene coherencia y eficiencia cuando sus procesos generan aprendizajes constantes que fortalecen su desempeño. Chiavenato (2007) complementa que la misión institucional otorga sentido y propósito a la organización al definir con claridad su rol dentro de la sociedad.

La producción, según Barrantes et al. (2018), comprende un conjunto de actividades organizadas por familias o grupos humanos, orientadas a sus objetivos, cultura y recursos disponibles. Echeverría (2016), citado por los mismos autores, señala que este sistema productivo familiar se articula a la cadena de valor agregado, trascendiendo la parcela agrícola. En concordancia, López (2019) sostiene que la producción integra procesos de elaboración, intermediación y comercialización, siendo la cadena de valor un elemento clave para fortalecer la competitividad, la sostenibilidad y la rentabilidad de los agricultores.

La comercialización constituye una fase decisiva de la cadena productiva, al articular al productor con el consumidor final.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2018) la define como el conjunto de actividades orientadas a fortalecer la competitividad y sostenibilidad agropecuaria. Sin embargo, los productores de fresa de Bambamarca presentan limitaciones en la gestión y el posicionamiento comercial, lo que

coincide con lo señalado por Giraldo et al. (2020), quienes advierten que la debilidad organizativa impide consolidar iniciativas rurales sostenibles. En este sentido, Vigo (2021) afirma que la articulación entre asociatividad, cultura organizacional, producción y comercialización solo es sostenible cuando se sustenta en una cultura compartida basada en la confianza, la participación y la cooperación. En este marco, el objetivo en estudio fue analizar la influencia de la asociatividad en la cultura organizacional, la producción y la comercialización de fresa por los socios de "Agroecológicos de Bambamarca", en Cajamarca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

La investigación se desarrolló en la ciudad de Bambamarca, capital de la provincia de Hualgayoc, en el departamento de Cajamarca, Perú. De acuerdo con Mejía (2007), Bambamarca se localiza a una altitud promedio de 2532 m. s. n. m., y a 117 km de la ciudad de Cajamarca. Se sitúa en las coordenadas 78°30' de longitud oeste y 6°41' de latitud sur, con una extensión territorial aproximada de 668,37 km² y una población de 78 000 habitantes. Su clima es templado subhúmedo entre los 2300 y 3500 m. s. n. m., con precipitaciones pluviales concentradas entre octubre y mayo, y temperaturas que varían de 20 °C durante el día hasta 0 °C en invierno (mayo-agosto), especialmente en zonas

altas (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2022).

Diseño de investigación

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental, transversal y correlacional. Según, Hernández et al. (2010), este tipo de diseño se caracteriza por analizar los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, sin manipular deliberadamente las variables; por ello, la asociatividad, la cultura organizacional, la producción y la comercialización fueron examinadas sin intervención directa. Asimismo, el diseño transversal permitió recolectar la información en un único momento del tiempo, lo que resulta pertinente para describir y analizar las relaciones existentes en una población específica (Vieytes, 2004; Lozano, 2018). El enfoque correlacional facilitó identificar el grado de relación entre las variables dentro de la Asociación de Productores Agroecológicos de Fresa de Bambamarca (Canales, 2006).

El estudio empleó el método hipotético-deductivo, el cual parte de la formulación de hipótesis que se contrastan mediante la observación empírica. Según Blanco et al. (2012) y Flores (2004), este método se enmarca en el paradigma positivista, caracterizado por su rigor empírico y orientación científico-tecnológica.

Ramos (2015) refuerza que el enfoque positivista se basa en el análisis cuantitativo y verificable de los fenómenos, ahora bien, Vargas (2009) sostiene que este enfoque permite

comprender la realidad de forma rigurosa y sistemática.

En este sentido, la investigación fue exploratoria, descriptiva y correlacional, siguiendo la clasificación de Vieytes (2004). Para Hernández et al. (2010), el carácter exploratorio permite abordar fenómenos poco estudiados, el descriptivo mide variables y características observables, y el correlacional busca establecer el grado de relación entre ellas.

Población, muestra y unidades de observación

La población estuvo conformada por 30 socios activos de la Asociación de Productores Agroecológicos de Fresa de Bambamarca, quienes a su vez constituyeron la muestra analizada, por lo que no fue necesario aplicar una fórmula de cálculo muestral. El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, dado que, según Hernández et al. (2003), este tipo de muestreo se utiliza cuando los participantes se seleccionan por su fácil acceso y disponibilidad. La unidad de análisis y de observación estuvo constituida por los socios de la asociación, quienes representan el objeto central del estudio.

Colecta de datos

Para la colecta de datos se aplicó la técnica de la encuesta, utilizando un cuestionario estructurado con escala de Likert de cinco niveles: [Nunca (1), Casi nunca (2), A veces (3), Casi siempre (4), Siempre (5)]. Esta técnica permitió medir la percepción de los socios respecto a las

variables de estudio. Conforme a Lozano (2018), la encuesta implica un proceso sistemático que abarca la recolección, procesamiento, tabulación, síntesis y análisis de la información obtenida. Los instrumentos fueron validados previamente y permitieron obtener datos confiables para el análisis estadístico posterior.

Análisis de datos

El procesamiento y análisis de los datos se llevó a cabo mediante los programas Microsoft Excel y SPSS (Statistical Product and Service Solutions), versión 26. Inicialmente, se realizó la depuración, organización y tabulación de la información, aplicando estadística descriptiva a través de frecuencias y porcentajes. Posteriormente, se efectuaron análisis correlacionales para determinar la relación entre las variables de estudio. Considerando que la muestra fue menor a 30 unidades de análisis, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, cuyos resultados evidenciaron una distribución no paramétrica. En consecuencia, se utilizó el coeficiente de correlación Rho de Spearman (ρ), el cual, según Lind et al. (2012), es una prueba no paramétrica adecuada para medir la asociación entre variables ordinales sin asumir normalidad poblacional.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

donde r_s representa el coeficiente de correlación, d la diferencia entre rangos y n el número de observaciones. De acuerdo con Lind et al. (2012), este

coeficiente permite identificar la dirección e intensidad de la relación entre variables, clasificándola en positiva o negativa y en niveles de débil, moderada o fuerte.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico evidencia relaciones positivas y estadísticamente significativas entre la asociatividad y las variables cultura organizacional, producción y comercialización en los productores de fresa "Agroecológicos de Bambamarca", Cajamarca. La relación entre asociatividad y cultura organizacional presenta una correlación positiva moderada $\rho = 0.691$; $p < 0.01$, lo que indica que mayores niveles de articulación asociativa se vinculan con el fortalecimiento de valores compartidos, normas internas y prácticas colectivas que favorecen la cohesión organizacional.

Asimismo, la relación entre asociatividad y producción muestra una correlación positiva alta $\rho = 0.878$; $p < 0.01$, evidenciando que el trabajo colectivo incide de manera significativa en la mejora de los niveles productivos. Este resultado sugiere que la cooperación, el intercambio de conocimientos y el uso conjunto de recursos potencian la eficiencia productiva de los agricultores. De igual manera, la asociatividad y la comercialización presentan una correlación positiva alta $\rho = 0.823$; $p < 0.01$, lo que refleja que la organización colectiva favorece el acceso a mercados, la negociación de precios y la

implementación de estrategias comerciales más sostenibles. Estos resultados se sintetizan en la Tabla

1, donde se presentan los coeficientes de correlación de Spearman y los niveles de significancia correspondientes.

Tabla 1. Análisis de la relación entre la asociatividad la cultura organizacional, producción y comercialización de los productores “Agroecológicos de fresa en Bambamarca, Cajamarca

Rho de Spearman		Variable "Y": Cultura Organizacional	Variable "W": Producción	Variable "Z": Comercialización
Variable "X": Asociatividad.	Coefficiente de correlación	0.691**	0.878**	0.823**
	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000
	N	30	30	30

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

Los resultados obtenidos confirman que la asociatividad constituye un factor determinante en el fortalecimiento organizacional, productivo y comercial de los productores de fresa. La relación positiva moderada entre asociatividad y cultura organizacional concuerda con lo planteado por Camac (2021), quien señala que los entornos asociativos fortalecen la comunicación interna, la cooperación y la participación; elementos clave para el desarrollo de una cultura organizacional sólida. En esa misma línea, López (2015) indica que, la cultura organizacional se construye progresivamente a partir de las interacciones sociales, influyendo directamente en la motivación y el compromiso de los miembros. Asimismo, Balcázar (2018) resalta que el liderazgo y la motivación son pilares esenciales para consolidar una cultura

organizacional eficiente. En el contexto analizado, la dinámica asociativa evidencia prácticas colaborativas que fortalecen la identidad colectiva y favorecen el cumplimiento de acuerdos, lo que contribuye a la estabilidad organizacional.

En cuanto a la producción, la correlación alta encontrada, respalda lo señalado por Anaya (2018), quien demostró que los productores organizados alcanzan mayores niveles productivos que aquellos que trabajan de manera individual. Este resultado se explica por la articulación de saberes locales, el intercambio técnico y la optimización de recursos, aspectos que también son destacados por Cagüñas (2016), quien subraya que el desarrollo asociativo, acompañado de capacitación y asistencia técnica, impulsa el desempeño productivo de los pequeños agricultores.

Respecto a la comercialización, la correlación positiva alta evidencia que la asociatividad mejora las estrategias de acceso al mercado y la capacidad de negociación. Estos hallazgos coinciden con Pazmiño y Álvarez (2021), quienes refieren que la cooperación y la autogestión permiten reducir la intermediación y mejorar las condiciones económicas de los productores. No obstante, tal como advierten Giraldo et al. (2020), la consolidación de estos procesos requiere estructuras organizativas sólidas y una gestión empresarial eficiente.

Los resultados se alinean con lo planteado por Vigo (2021), quien afirma que los procesos organizativos solo se mantienen en el tiempo cuando se fundamentan en una cultura de confianza, participación y cooperación. De la misma manera los resultados de este estudio son coherentes con los hallazgos reportados por Huacal (2024) y por la Corporación Villena del Norte S.A.C., donde se evidenció una relación significativa entre cultura organizacional y satisfacción laboral, confirmando que el fortalecimiento institucional impacta positivamente en el compromiso y desempeño de los miembros.

CONCLUSIONES

La asociatividad actúa como un motor del desarrollo organizacional, productivo y comercial, fortaleciendo la identidad colectiva y contribuyendo a la sostenibilidad de las organizaciones rurales.

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

- Amézaga, C., Rodríguez, D., Núñez, M., & Herrera, D. (2013). Orientaciones estratégicas para el fortalecimiento de la gestión asociativa. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <http://repiica.iica.int/docs/B3246e/B3246e.pdf>
- Anaya, A. (2018). Relación entre asociatividad y productividad de los productores de cuyes en la provincia de Chupaca, región Junín 2018 [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4349>
- Balcazar, C. (2018). Estrategias para la mejora de la cultura organizacional de Servicios Analíticos Generales S.A.C. aplicando el modelo de Denison. *Revista Industrial*, 21(1), 101-112. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/>
- Barrantes, C., Siura, S., Castillo, E., Huarcaya, M., & Rado, J. (2018). Manual para el análisis de la sostenibilidad de sistemas de producción de la agricultura

- familiar. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7035/BVE18040193e.pdf?sequence=1>
- Blanco Jiménez, M., Villalpando Cadena, P., Mendoza Gómez, J., Sáenz López, K. A. C., Gorjón Gómez, F. J., Rodríguez García, M., Cortez Alejandro, K. A., Badii Zabeih, M. H., Rositas Martínez, J., Alarcón Martínez, G., Zaragoza Huerta, J., Rodríguez Lozano, L. G., Rodríguez Burgos, K., Gonzalo Quiroga, M., Morán Blanco, S., Alonso, N., Cano Linares, A., Díaz-Silveira Santos, C., Cobo del Rosal Pérez, G. C., ... Trillo, D. (2012). Metodología para investigaciones de alto impacto en las ciencias sociales. http://eprints.uanl.mx/8565/1/r11_3.pdf
- Cagüeñas, J. (2016). Diseño de un programa de asociatividad para los pequeños productores de leche de la provincia de Ubaté [Tesis de maestría, Universidad de La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_agronegocios/19/
- Camac, G., García, E., Quispe, D., Rodríguez-Giraldez, W., & Vicente-Ramos, W. (2021). Asociatividad y cultura organizacional de las cadenas productivas de aguacate hass en la región de Huancavelica, Perú 2003-2019. *Business: Theory and Practice*, 22(2), 340–348. <https://doi.org/10.3846/btp.2021.14437>
- Canales, M. (2006). *Metodología de la investigación social* (1ª ed.). Editorial LOM. <https://imaginariosyrepresentaciones.files.wordpress.com/2015/08/canales-ceron-manuel-metodologias-de-la-investigacion-social.pdf>
- Chiavenato, I. (2007). Administración de recursos humanos: El capital humano de las organizaciones (5º ed.). Editora Atlas.
- Dini, M. (1996). Políticas públicas para el desarrollo de redes de empresas. La experiencia chilena. *Revista Latinoamericana de Estudios del Trabajo*, 2(3), 131-157. <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-latinoamericana-de-estudios-del-trabajo/articulo/politicas-publicas-para-el-desarrollo-de-redes-de-empresas-la-experiencia-chilena>
- Echeverría Muñoz, C. (2016). Metodología CEFE. Competency Based Economies Through Formation of Entrepreneurs. *GestioPolis*. <https://www.gestiopolis.com/metodologia-cefe-competency-based-economies-through-formation-of-entrepreneurs/>
- Flores, M. (2004). Implicaciones de los paradigmas de investigación en la práctica educativa. *Revista Digital Universitaria*, 5(1), 2-9. <https://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/art1/portada.htm>

- García, J., & Medina, V. (2011). Una definición estructural de capital social. *Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 20(6), 132-160. <http://revista-redes.rediris.es>
- Giraldo Calderón, P. E., Lopera Cardona, M., & Cardona Acevedo, M. C. (2020). La asociatividad comunitaria para el emprendimiento rural: La experiencia de tres asociaciones del corregimiento de Tribunas Córcega, Pereira. *Estudios Sociedade e Agricultura*, 28(1), 208–226. https://revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/esa28-1_09_la_asociatividad/esa28-1_09_pdf
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education. https://www.academia.edu/44551333/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_LAS_RUTAS_CUANTITATIVA_CUALITATIVA_Y_MIXTA
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5ª ed.). McGraw-Hill Education. <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- Huacal, Y. (2024). Cultura organizacional y satisfacción laboral en la Corporación Villena del Norte S.A.C. Chiclayo, 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/650>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2018). El mercado y la comercialización: Gestión empresarial táctica y operativa. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/7088>
- Lind, D., Marchal, W., & Wathen, S. (2012). *Estadística aplicada a los negocios y la economía* (15ª ed.). McGraw-Hill.
- López, J. (2019, 16 de agosto). Actividad económica. *Economipedia*. <https://economipedia.com/>
- López, L. (2015). Manifestaciones de cultura empresarial: Una mirada desde la asociatividad en las MiPYMES. *Revista EAN*, (78), 99-117. <http://dx.doi.org/10.21158/01208160.n78.2015.916>
- Lozano, A. (2018). Cómo elaborar un proyecto de tesis en pregrado, maestría y doctorado. Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Marce Apaza, E. (2016). La asociatividad empresarial y su incidencia en la gestión comercial de la AEO Villa Socca distrito de Acora, periodo 2013 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. <https://repositorio.unap.edu.pe/home>
- Mejía, C. (2007). Guía turística: Bambamarca-Cajamarca-Perú (1ª

- ed.). Municipalidad de Hualgayoc-Bambamarca.
- Pazmiño, L., & Álvarez, J. (2021). Estrategias de asociatividad para la comercialización de productos agroecológicos. *Retos de la Ciencia*, 5(12), 112-123. <https://doi.org/10.53877/rc.5.12.20211201.08>
- Porter, M. E. (1980). Estrategia competitiva: Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia. Grupo Editorial Patricia.
- Ramos, A. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Avances en Psicología*, 23(1), 9-17. <https://doi.org/10.33539/avpsicol.2015.v23n1.167>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2022). Caracterización climática del departamento de Cajamarca. <https://www.gob.pe/senamhi>
- Vargas Cordero, Z. R. (2009). La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155-165. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>
- Vieytes, R. (2004). Metodología de la investigación en organizaciones, mercado y sociedad: Epistemología y técnicas (1ª ed.). Editorial de las Ciencias.
- Vigo, N. (2021). Transferencia monetaria condicionada juntos y cultura ciudadana en las usuarias del distrito de Llacanora – Cajamarca, 2019 [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe>
- Zepeda, J., Delgado, Z., Karas, J., & Soto, J. (2016). Involucramiento laboral y productividad en un agronegocio en Sinaloa, México. *Tecsiscatl*, 9(19), 71-80. <https://docplayer.es/93128483-Investigacion-involucramiento-laboral-y-productividad-en-un-agronegocio-en-sinaloa-mexico-resumen.html>

Contribución de autoría

1. Aldo Michel Pisco Cueva: Concepción, elaboración del manuscrito y análisis de datos.
2. Andy Gonzales Villena: Concepción, Metodología y elaboración del manuscrito.

Análisis sísmico dinámico, modal, espectral y temporal: Un estudio de caso para la Institución Educativa N° 10386 Cuyumalca, Chota, Cajamarca

Dynamic, modal, spectral, and temporal seismic analysis: A case study for the Educational Institution No. 10386 Cuyumalca, Chota, Cajamarca

Luis Alex Cabrera Delgado^{1*}  Elmer Natividad Chávez Vásquez¹ 

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

*Autor de correspondencia: [email: cd.axel_10@hotmail.com]

RESUMEN

El objetivo fue comparar el análisis sísmico dinámico modal espectral y temporal – en la Institución educativa (I.E) N° 10386 Cuyumalca de Chota en Cajamarca. Para ello se empleó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y nivel explicativo, con diseño cuasi experimental. Se analizaron dos módulos del pabellón N° 2 de la Institución Educativa I.E. N° 10386 Cuyumalca en Chota. Para el análisis modal espectral, se utilizó el espectro de diseño basado en la norma E.030, y para el análisis tiempo-historia se procesaron registros de sismos ocurridos en Loreto, Amazonas y Cajamarca. Los resultados indican que, el Módulo N° 1 no cumple con los criterios de cortante dinámico, alcanzando el 51.50% y 70.70% de la cortante estática en X e Y, respectivamente. así mismo, no cumple con las derivas normadas, especialmente en la dirección Y (0.99%); no obstante, el Módulo N° 2, cumple con la cortante dinámica (90.40% y 84.00%), pero, excede las derivas permitidas en ambas direcciones. Por otro lado, el análisis tiempo-historia reveló deformaciones más significativas, con derivas superiores al 0.7% para ambos módulos, alcanzando hasta 4.30% en el Módulo N° 2 durante el sismo de Loreto. Este método también mostró mayores valores de momentos volcantes y desplazamientos, lo que sugiere que captura de manera más precisa los efectos no lineales y acumulación de daños. Por tanto, se concluye que el análisis tiempo-historia es más conservador y proporciona una evaluación más detallada de la demanda sísmica.

Palabras clave: espectro sísmico, derivas máximas, desplazamientos inelásticos, cortante basal.

ABSTRACT

The objective was to compare spectral and temporal dynamic seismic analysis at Educational Institution (I.E.) No. 10386 Cuyumalca de Chota in Cajamarca. To this end, a

quantitative, applied, and explanatory approach was used, with a quasi-experimental design. Two modules of Pavilion No. 2 of Educational Institution I.E. No. 10386 Cuyumalca in Chota were analyzed. For the spectral modal analysis, the design spectrum based on standard E.030 was used, and for the time-history analysis, records of earthquakes that occurred in Loreto, Amazonas, and Cajamarca were processed. The results indicate that Module No. 1 does not meet the dynamic shear criteria, reaching 51.50% and 70.70% of the static shear in X and Y, respectively. Likewise, it does not comply with the standardized drifts, especially in the Y direction (0.99%); however, Module No. 2 complies with the dynamic shear (90.40% and 84.00%) but exceeds the permitted drifts in both directions. On the other hand, the time-history analysis revealed more significant deformations, with drifts greater than 0.7% for both modules, reaching up to 4.30% in Module No. 2 during the Loreto earthquake. This method also showed higher values of overturning moments and displacements, suggesting that it more accurately captures nonlinear effects and damage accumulation. Therefore, it is concluded that time-history analysis is more conservative and provides a more detailed assessment of seismic demand

Keywords: seismic spectrum, maximum drifts, inelastic displacements, basal shear.

INTRODUCCIÓN

Los movimientos sísmicos representan un grave desafío para las estructuras, la sociedad y la economía de las poblaciones (AbdelMalek et al., 2022). Siendo, los niños y adolescentes los más vulnerables, en los centros educativos (Hassan et al., 2020), porque los edificios escolares, además de ser espacios educativos, también juegan un papel vital en actividades sociales y en la recuperación post-desastres, es por ello deben garantizar la seguridad de estudiantes y del público en general (Brunelli et al., 2021). Sin embargo, sismos recientes han demostrado que muchos edificios escolares sufren daños graves, y en varios países aún faltan escuelas resistentes a terremotos (Di Ludovico et al., 2023).

Según, Pal et al. (2023) el Perú se encuentra en una zona de alta actividad sísmica. Cardenas et al. (2020) indican

que más de 500 eventos sísmicos con magnitudes superiores a 3.0 en la escala de Richter ocurrieron en 2019, y más de 3,694 aulas sufrieron daños estructurales en el año 2019. Por tanto, estas edificaciones, destinadas a la enseñanza educativa y al resguardo de los ciudadanos tras un sismo, requieren análisis sísmicos adaptados a los eventos sísmicos reales (Ruhl et al., 2019).

Los análisis sísmicos se clasifican en lineales y no lineales (Magisano et al., 2023). El análisis del espectro de respuesta modal y método lineal evalúan la respuesta máxima de la estructura, combinando las respuestas de los modos más relevantes según el porcentaje de masa total involucrada (Spinelli et al., 2023). Sin embargo, el análisis de historia del tiempo (tiempo-historia) se considera más completo (Magisano et al., 2022). En ese sentido, Souroushian & Wriggers

(2023) este análisis utiliza un movimiento del suelo de referencia, escalado a la intensidad del lugar.

Sin embargo, Gálvez & Ortiz (2022) manifestaron que los resultados del análisis tiempo-historia pueden ser sobredimensionados, entre tanto, Quispe (2021) señala que las edificaciones pueden resistir el espectro de diseño, pero no el formado con los sismos frecuentes y máximos del país, esto genera la necesidad de comparar ambos métodos.

Cajamarca se clasifica dentro de la zona sísmica tipo 2, lo que implica riesgo sísmico moderado (MVCS, 2018). A pesar de ello, su proximidad a regiones como Amazonas, donde se han registrado sismos devastadores en los últimos años (El Comercio, 05/12/2021), pone de manifiesto la necesidad de realizar estudios más detallados que tomen en cuenta tantos sismos frecuentes y máximos que podrían afectar la región de Cajamarca.

Hasta el momento, en Cajamarca los estudios estructurales se han basado principalmente en el método modal espectral, sin una evaluación profunda del método tiempo-historia, lo que limita la comprensión del verdadero riesgo sísmico al que están expuestas las edificaciones de la región (Llamo, 2024). La I.E. N° 10386 del centro poblado Cuyumalca – Chota, en el año 2023 albergó a 128 alumnos de primaria en sus nueve secciones (Escale, 20224), su infraestructura se conforma por dos

pabellones. El pabellón N° 2 evidencia grietas, fisuras y deterioro en sus elementos estructurales, por lo que, es pertinente realizar su análisis sísmico, pero, además, considerando que, la estructura fue diseñada en el año 2000, es necesario verificar su cumplimiento con la norma E.030 (MVCS, 2018). La I. E. posee 23 años por tanto se debe realizar el análisis espectral modal que, de acuerdo con las normas y también se debe realizar el análisis tiempo – historia para verificar su pertinencia ante sismos máximos suscitados en el país, y sismos frecuentes ocurridos en Cajamarca. En ese contexto, , el objetivo en este estudio fue comparar el análisis sísmico dinámico modal espectral y temporal, así como el de historia para los sismos máximos y frecuentes del país con énfasis en la I.E. N° 10386 Cuyumalca de Chota, Cajamarca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

La I.E. N° 10386 se ubica en el centro poblado Cuyumalca, del distrito de Chota y está localizada en las coordenadas UTM WGS84 17S 763869.00 m E, 9271408.00 m S. Su infraestructura educativa está conformada por dos pabellones de dos módulos cada uno. El clima es semifrío lluvioso, con temperaturas desde 10 °C a 25 °C, con 80.5% de humedad relativa, y precipitaciones pluviales de 115 mm/hr, con mayor frecuencia de noviembre a abril (Senamhi, 2023) (Figura 1)

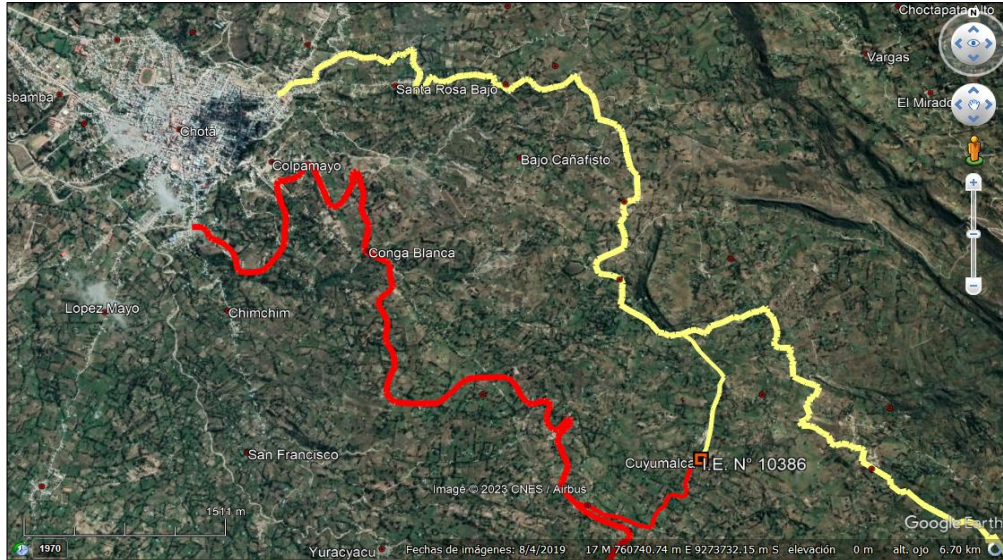


Figura 1. Ubicación y accesos a la institución educativa N° 10386 Cuyumalca en Chota, Cajamarca.

Diseño de investigación

La investigación es cuasiexperimental, dado que la muestra se definió previamente por conveniencia y la "Variable independiente" afecta a la "Variable dependiente" (Ramos-Galarza, 2021). Se utilizaron dos tipos de espectros sísmicos: el espectro de diseño de la norma E.030 y los espectros formados por eventos sísmicos máximos y frecuentes en el país, lo que influyó en el comportamiento sísmico de la estructura (Variable dependiente) evaluado mediante análisis modal espectral y tiempo-historia.

El muestreo fue no probabilístico intencional por conveniencia. "Se usa cuando el mismo investigador elige a los

elementos apropiados para el estudio" (Lopez, 2004). En este caso, fue definido al pabellón 2 como muestra de estudio, debido a que, presentó fisuras y agrietamiento en toda su estructura

Colecta de datos

Revisión de planos

Se recopiló información a través de los planos del Pabellón N° 2 de la IE N° 10386 Cuyumalca, tanto en formato digital como físico. Los planos contienen detalles de la distribución de espacios, elementos estructurales y dimensiones generales. A continuación, se verificaron las dimensiones para garantizar su fidelidad con la estructura real (Figura 2 y Figura 3).

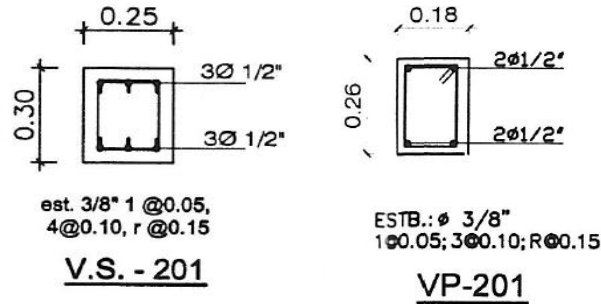


Figura 2. Revisión de detalles de las vigas de los planos de la estructura de la institución educativa N° 10386.

Nota: Expediente técnico (MPCH, 2000).

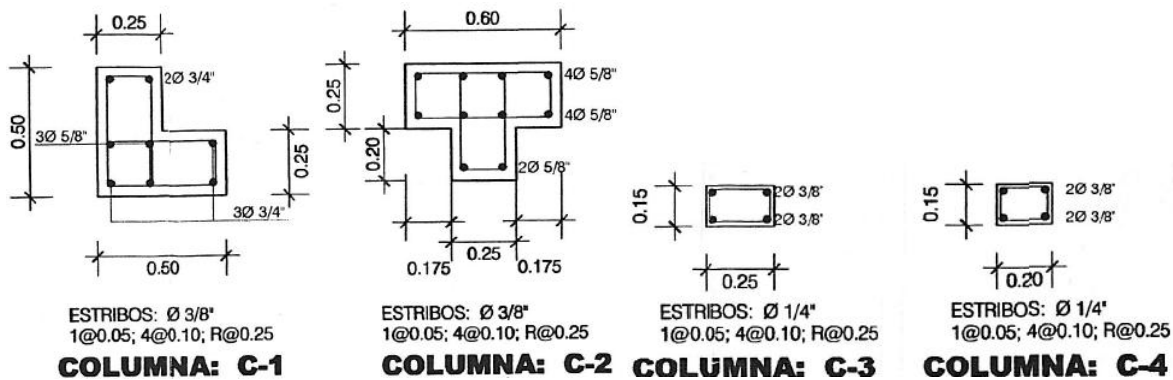


Figura 3. Revisión de detalles de las columnas en los planos de la estructura de la institución educativa N° 10386

Nota: Expediente técnico (MPCH, 2000).

Visita de campo a la institución educativa

Se visitó la edificación y se realizaron mediciones de largo, ancho y peralte en las vigas, columnas y losas para verificar

que, cumpla con las dimensiones, geometría y demás datos especificados en los planos (Figura 4).



Figura 4. Vista de la Institución Educativa N° 10386 Cuyumalca, Chota para las mediciones estructurales.

Ensayo de esclerometría (NTP 339.181)

Se realizó el ensayo de esclerometría de acuerdo con la NTP 339.181 (INACAL,

2020) en tres puntos por cada tipo de elemento estructural (columnas, vigas y losa) de los módulos del pabellón N° 2 de la I.E. N° 10386 Cuyumalca, utilizando

el esclerómetro marca Forney®, Modelo LA-0352, serie 124, facilitado por el laboratorio CIEXLIAN S.R.L. (Figura 5)



Figura 5. Realización del ensayo de esclerometría en los módulos de la institución educativa N° 10386

Excavación de calicata para extracción de muestras de suelo

Cerca del área de cimentación del pabellón 2 de la institución educativa en estudio, se excavó con herramientas manuales (palana, pico) una calicata de 1.50 m x 1.50 m x 1.50 m, conformada por dos estratos, el estrato superior de 0.40 m correspondiente a material orgánico

y el segundo estrato del cual se extrajo la muestra de suelo inalterado para la prueba corte directo por medio de un muestreador rectangular de 10 cm de lado y 4 cm de altura, y para los ensayos de clasificación se colectó muestras alteradas en bolsas impermeables (Figura 6).



Figura 6. Excavación de calicatas para la toma de muestras de suelo en la Institución Educativa N° 10386, Chota, Cajamarca

Ensayos de mecánica de suelos

Las muestras de suelo se sometieron a las normas NTP 339.127 de humedad (INACAL, 2019), NTP 339.128 de gradación (INACAL, 2019), NTP 339.128 de plasticidad (INACAL, 2019) y NTP 339.171 de corte directo (INACAL, 2017) en el laboratorio CIEXLIAN S.R.L.

Modelamiento y análisis sísmico de la edificación

Para el modelamiento y análisis sísmico del edificio se procesó la información estructural, de columnas, vigas y materiales utilizados en el software ETABS versión 20.1.0. En seguida, se

asignaron las cargas correspondientes, incluyendo el peso propio de la estructura y las fuerzas sísmicas según las normativas locales.

Se emplearon dos métodos de análisis: el modal espectral y el tiempo-historia, los cuales permitieron simular la respuesta del edificio ante sismos máximos y frecuentes. Tras realizar las simulaciones, se analizaron los desplazamientos, derivas y cortante basal, comparando los resultados entre ambos métodos para evaluar el comportamiento estructural (Figura 7 y Figura 8)

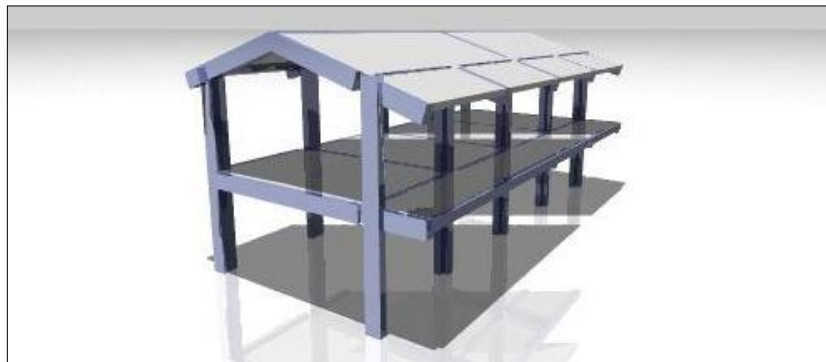


Figura 7. Modelo N° 1 del Pabellón 2 de la institución educativa N° 10386 desarrollado en el programa ETABS



Figura 8. Modelo N° 2 del Pabellón 2 de la institución educativa N° 10386 desarrollado en el programa ETABS

Para el análisis tiempo – historia se obtuvieron los registros sísmicos de los movimientos telúricos más recurrentes y de los eventos telúricos máximos suscitados en el país y en Cajamarca, luego fueron procesados en el programa

ViewWave versión 2.2.6. Se han analizado los sismos de Loreto (26 de junio de 2019), Amazonas (28 de noviembre, 2021) y Cajamarca (03 de agosto de 2020) tal como, se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los eventos sísmicos máximos y frecuentes de la institución educativa N° 10386

Sismo	Loreto	Cajamarca	Amazonas
Fecha	26 de junio de 2019	03 de agosto de 2020	28 de noviembre, 2021
Provincia	Loreto	San Marcos	Marañón (Loreto)
Magnitud	8.0	4.5	7.5
Epicentro	75 km sureste de Loreto	21 km de San Marcos	98 km de Santa Maria de Nieva

Análisis de datos

La investigación se realizó en varias etapas utilizando programas computacionales. Primero, se utilizó el software ViewWave versión 2.2.6 para procesar los espectros libres, lo que permitió generar los espectros a partir de los acelerogramas para el análisis tiempo-historia.

Luego, los espectros fueron ingresados en el software ETABS versión 20.1.0, donde se modeló la estructura y se realizaron los análisis sísmicos con los métodos "modal espectral" y "tiempo-historia", obteniendo resultados como derivas y desplazamientos. Finalmente, los datos fueron procesados y organizados en Microsoft Excel 2022

para comparar los resultados de ambos métodos de análisis sísmico

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resistencia a compresión de los elementos estructurales mediante el ensayo de esclerometría

En el pabellón N° 2, se evaluó la resistencia a compresión en columnas (C), vigas (V), losa y escalera, determinando que, tanto para el módulo N° 1 y módulo N° 2 los valores obtenidos del ensayo de esclerometría son superiores al f'_c de diseño 210 kg/cm², por tanto, mantiene su capacidad mecánica. Siendo así, para el modelamiento de la edificación se ha tomado en cuenta la resistencia de diseño 210 kg/cm² (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de resistencia a compresión en los puntos de muestreo para esclerometría de la institución educativa N° 10386.

Código	Módulo	Elemento	Número de rebotes promedio	Resistencia a compresión (kg/cm ²)
E-1	1	C-1	34.10	268
E-2	1	V-1	34.80	278
E-3	1	C-2	34.90	278
E-4	1	V-3	34.70	274
E-5	1	V-2	34.50	240
E-6	1	V-4	35.00	280
E-7	1	Losa-01	34.90	278
E-8	1	Losa-02	34.60	272
E-9	1	Losa-03	34.90	278
E-1	2	C-5	34.50	270
E-2	2	V-3	34.40	268
E-3	2	C-6	34.00	260
E-4	2	C-7	34.20	264
E-5	2	V-4	34.50	270
E-6	2	C-8	34.50	270
E-7	2	Losa-04	34.00	260
E-8	2	Losa-05	34.30	266
E-9	2	Losa-06	34.10	262
E-1		Escalera	34.10	262
E-2		Escalera	34.20	264
E-3		Escalera	33.10	262

Los resultados de esclerometría evidenciaron que la resistencia a compresión in situ de columnas, vigas, losas y escaleras del pabellón evaluado supera el f'_c de diseño de 210 kg/cm², lo que confirma la adecuada capacidad mecánica del sistema estructural y respalda la adopción de parámetros de diseño en el modelamiento sísmico. Este comportamiento es coherente con Shi et al. (2024) y Cevallos (2022) quienes destacan que las resistencias condicionan directamente la estimación de desplazamientos y derivas, mientras que Altiok et al. (2024) y Tabernero et al.

(2024) evidencian que edificaciones con adecuada capacidad resistente presentan menores demandas sísmicas y mejor desempeño global.

Estudio de mecánica de suelos

El suelo de cimentación del pabellón 2 de la I.E. N° 10386 Cuyumalca se clasifica como arcilla de baja plasticidad, con límite líquido de 38.57% e índice de plasticidad de 17.57%, por lo que es un suelo con baja a mediana plasticidad, que de acuerdo a sus propiedades mecánicas presenta cohesión de 0.34 kg/cm² y ángulo de fricción de 18.73°, alcanzando capacidad portante de 0.97

kg/cm², lo que ha determinado que, de acuerdo a la norma E.030 se califique como un tipo de suelo S2 (suelo

intermedio), considerando este como parte de los parámetros de la edificación por el método modal espectral (Tabla 3).

Tabla 3. Estudio de suelos de la institución educativa N° 10386.

Calicata	Propiedades del suelo
Humedad (%)	17.57
LL (%), LP (%), IP (%)	38.57, 21.00, 17.57
Clasificación SUCS	CL
Cohesión (kg/cm ²)	0.34
Ángulo de fricción interna (°)	18.73
Densidad natural (g/cm ³)	2.011
Capacidad de carga admisible (kg/cm ²)	0.97

Nota: EMS.

Los resultados del estudio de mecánica de suelos indicaron que el suelo de cimentación corresponde a una arcilla de baja plasticidad (CL), clasificada como suelo tipo S2 según la norma E.030, condición coherente con Shi et al. (2024). De forma concordante, Khatiwada et al. (2023) y Huaripata et al. (2020) evidencian que suelos intermedios generan demandas sísmicas diferenciadas respecto a suelos rígidos o blandos, influyendo en desplazamientos, derivas y cortante basal.

Espectros sísmicos para análisis modal espectral y tiempo – historia

A partir de la recolección de datos básicos de la estructura según la norma E.030 (MVCS, 2018), se formó el espectro de diseño para el análisis modal espectral (Figura 9) de acuerdo a los datos de la Tabla 4, mientras que para el análisis tiempo historia se formularon los casos de carga sísmica de la Tabla 5 y Figura 10, 11 y 12

Tabla 4. Parámetros para la formación del espectro de diseño de análisis modal espectral de la estructura de la Institución educativa N° 10386 en Chota, Cajamarca.

Descripción	Símbolo	Valor		Unid.	Observación
		X	Y		
Factor de zona	Z	0.25	0.25		Chota, Z2
Factor de uso e importancia.	U	1.5	1.5		Cat. "A2"-Esenciales
Factor de suelo.	S	1.2	1.2		Suelos Intermedios S2
Coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas inicial.	R0	8	8		Sistema de Pórticos De Concreto Armado en X e Y
Factor de Irregularidad en Altura	Ia	1	1		No presenta irregularidad
Factor de Irregularidad en Planta	Ip	1	1		No presenta irregularidad

Descripción	Símbolo	Valor		Unid.	Observación
		X	Y		
Coefficiente de reducción de sollicitaciones sísmicas final.	R	8	8		$R=R_o * I_a * I_p$
Gravedad	g	9.81	9.81	m/seg ²	
Periodo que define el inicio de la zona del espectro	TL	2	2	seg	
Periodo que define la plataforma del espectro.	TP	0.6	0.6	seg	

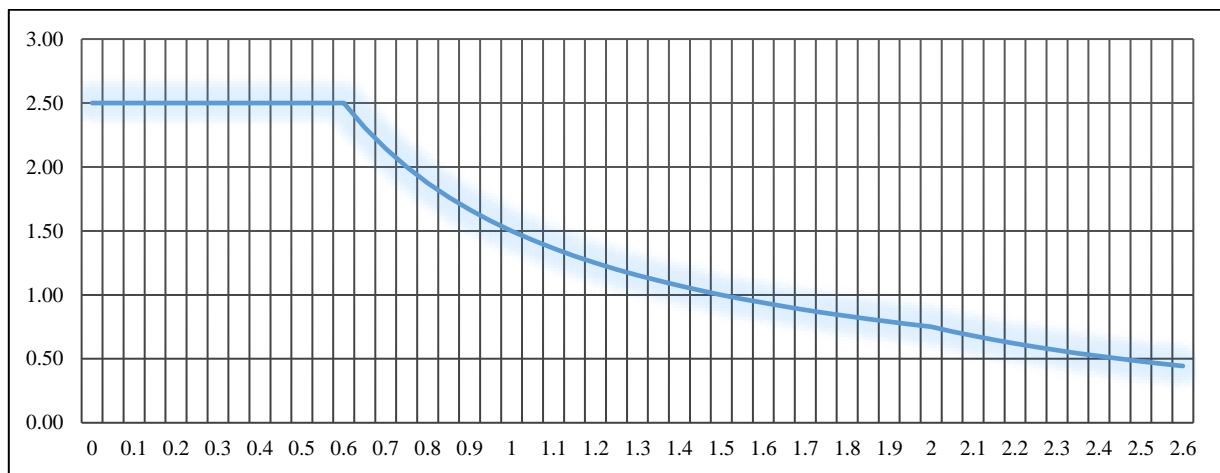


Figura 9. Espectro de respuesta de la institución educativa N° 10386

Tabla 5. Casos de carga sísmica para la institución educativa N° 10386

Sismos	Casos	X	Y	N° de puntos	Intervalo de tiempo	Factor escalamiento (FE)
Loreto (26 de junio de 2019)	1	EO	NS	25583	0.02	20.35
	2	NS	EO	25583	0.02	20.35
Cajamarca (03 de agosto de 2020)	Caso 1	EO	NS	12001	0.02	3554.07
	Caso 2	NS	EO	12001	0.02	3554.07
Amazonas (28 de noviembre, 2021)	Caso 1	EO	NS	25001	0.01	45.41
	Caso 2	NS	EO	25001	0.01	45.41

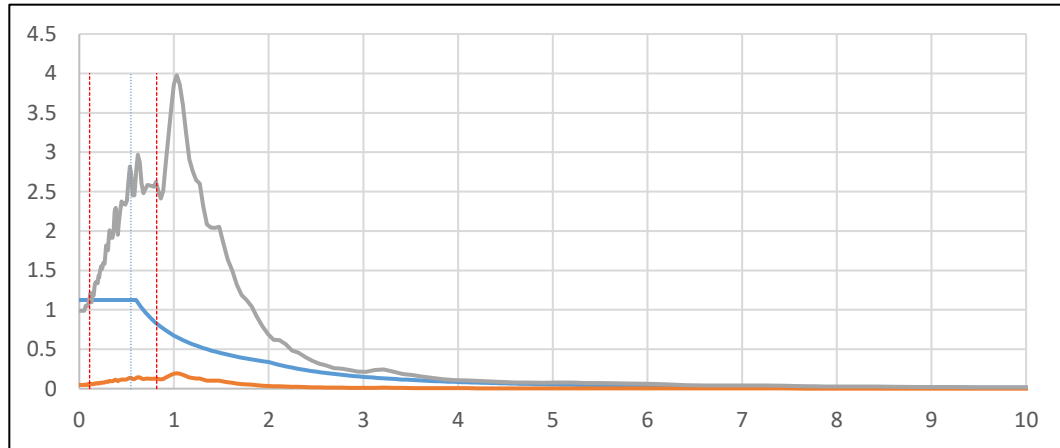


Figura 10. Espectro del Sismo de Loreto para la institución educativa N° 10386

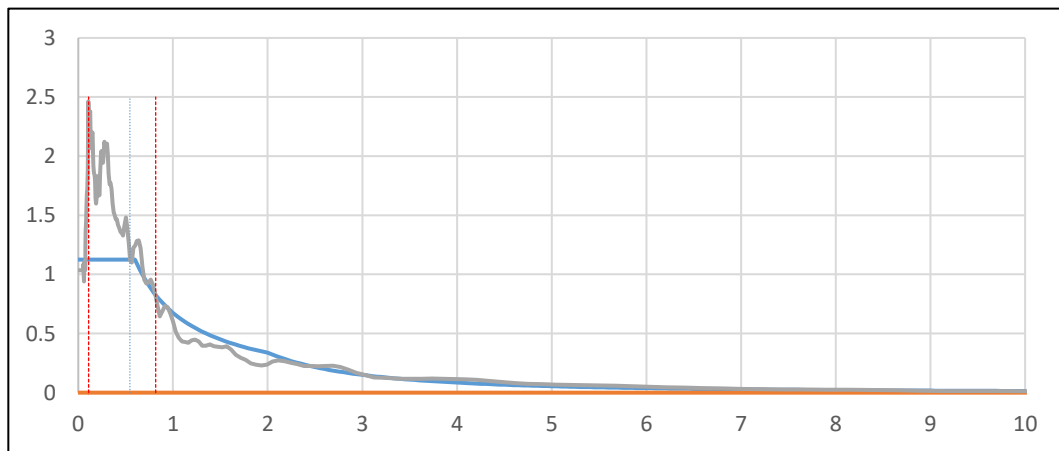


Figura 11. Espectro del Sismo de Cajamarca para la institución educativa N° 10386

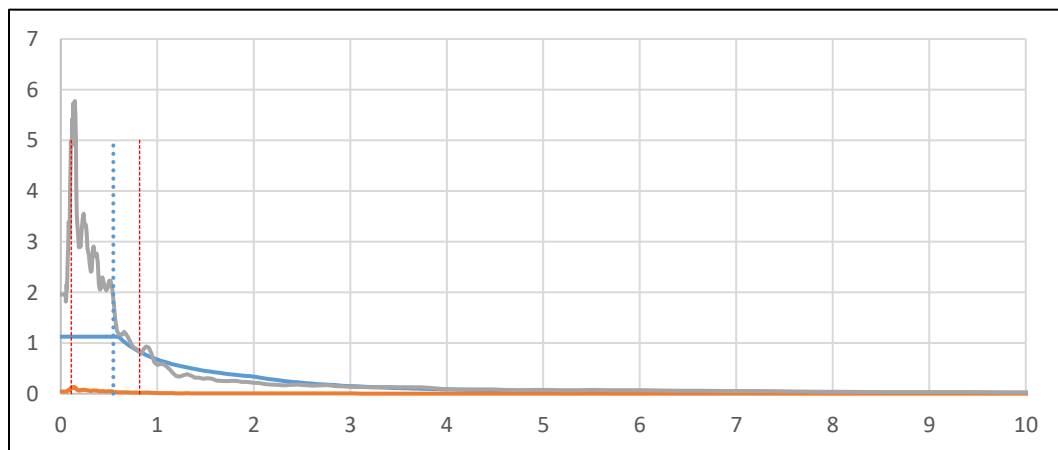


Figura 12. Espectro del Sismo de Amazonas para la institución educativa N° 10386

Resultados similares fueron obtenidos por Shi et al. (2024) y Khatiwada et al.

(2023), quienes utilizaron espectros específicos del sitio. En el análisis tiempo-

historia, se usaron tres registros sísmicos, cumpliendo con los lineamientos metodológicos de Taberero et al. (2024) y Sabogal & Barboza (2021). Ahora bien, Altiok et al. (2024), emplearon eventos sísmicos similares, lo que resalta la relevancia de las condiciones sísmicas locales. Gastulo & Puyen (2024), trabajaron en esa misma línea, pero con la diferencia en la selección del tercer registro sísmico debido a la ubicación.

Análisis sísmico dinámico modal espectral

El Módulo N° 1 no cumple con los criterios de la norma E.030, puesto que

el porcentaje de la cortante dinámica es inferior a 80% y la deriva en Y es superior al 0.7%. Entre tanto, el Módulo N° 2 cumple con el criterio de la norma E.030 para el porcentaje de la cortante dinámica, pero no cumple con el criterio de las derivas máximas, ya que ambas derivas son superiores a 0.7%. Siendo así, el Módulo N° 1, falla tanto en el criterio de la cortante dinámica como en el de deriva en Y, de esta manera es más vulnerable a fallas estructurales durante un sismo. Por otro lado, el Módulo N° 2, cumple con el criterio de cortante dinámica, sin embargo, excede los límites de deriva en ambas direcciones (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis modal espectral para el pabellón N° 2 de la institución educativa. N° 10386 Cuyumalca

Edificio de la I.E. N° 10386	Análisis modal espectral				
	Módulo	Módulo N° 1		Módulo N° 2	
		Dirección	X	Y	X
Cortante en la base (ton) Estática		18.35	18.35	33.46	33.46
Cortante en la base (ton) Dinámica		9.46	12.98	30.25	28.10
Porcentaje de la cortante dinámica (%)		51.5%	70.7%	90.4%	84.0%
Factor de escala		1.55	1.13	1.00	1.00
Momento volcante (ton-m)		51.489	70.532	181.52	168.61
Desplazamiento máximo inelástico (cm)		4.50	4.75	6.37	10.13
Deriva máxima (%)		0.65%	0.99%	0.99%	1.64%

El análisis sísmico dinámico modal espectral reveló que tanto el Módulo 1 como el Módulo 2 no cumplen con los criterios de la norma E.030, de este modo, se afirma que la seguridad estructural frente a sismos es baja. El Módulo N° 1 presentó un cortante

dinámico inferior al 80% en ambas direcciones, lo que aumenta el riesgo de colapso estructural. Resultados similares fueron reportados por Khatiwada et al. (2023) y Ricalde (2019) analizando las cortantes, derivas y desplazamientos. Además, la deriva en Y (0.99%) excede el

límite normativo de 0.7%, lo que podría generar daños irreparables, Resultados similares fueron reportados por Quispe (2021) trabajando para un edificio de vivienda de 14 pisos en Lima.

Por otro lado, los desplazamientos inelásticos en la dirección Y fueron de 4.75 cm, menores que los alcanzados por un edificio de 12 pisos en Ecuador (9.32 cm) (Villavicencio & Luzuriaga, 2022), pero aun así significativos. En contraste, el Módulo N° 2 mostró un cortante dinámico aceptable, pero las derivaciones en ambas direcciones superaron el 0.7%, al respecto Altiok et al. (2024) indicaron que las derivaciones pueden exceder los límites normativos incluso cuando se cumplen las fuerzas cortantes. El desplazamiento máximo inelástico del Módulo 2 fue de 10.13 cm, sugiriendo un mayor riesgo de daños

permanentes. Por tanto, ambos módulos requieren intervenciones para cumplir con la norma E.030 y mejorar su capacidad sísmica.

Análisis sísmico dinámico tiempo – historia

En general, el Pabellón N° 2 presentó porcentajes de cortante dinámica que cumplen con los requisitos de la norma E.030 para todos los sismos y módulos analizados. Ahora bien, las derivas máximas exceden el límite establecido de 0.7% en la mayoría de los casos, especialmente en el sentido Y, lo que, indica que la estructura del Pabellón N° 2 tendría un comportamiento inadecuado ante eventos sísmicos en este sentido, especialmente aquellos de mayor intensidad como el sismo de Amazonas y Loreto (indicar el año de la ocurrencia de esos sismos) (Tabla 7).

Tabla 7. Detalles del análisis tiempo – historia para el pabellón N° 2 de la institución educativa N° 10386

Módulos	N° 1 y N° 2
Sismos	Amazonas, Loreto, Cajamarca
Sentidos	Oeste – Este y Norte – Sur
Dirección	X e Y

Para un evento telúrico como el sismo de Amazonas, en el módulo N° 1 el porcentaje de la cortante dinámica cumple con los requisitos de la norma E.030 tanto en el sentido X (719%) como en el sentido Y (1012%); sin embargo, la deriva máxima excede el límite establecido de 0.7% en el sentido X (1.45%) y en el sentido Y (0.99%). Así

mismo, en el módulo N° 2 el porcentaje de la cortante dinámica cumple con los requisitos de la norma E.030 tanto en el sentido X (663%) como en el sentido Y (543%), sin embargo, la deriva máxima excede el límite establecido de 0.7% en ambos sentidos: X (1.30%) e Y (2.00%) (Tabla 8).

Tabla 8. Análisis Sísmico Dinámico Tiempo – Historia para el Pabellón N° 2 de la institución educativa N° 10386 Cuyumalca, Sismo de Amazonas

Módulo	Módulo N° 1		Módulo N° 2	
	Oeste – Este	Norte – Sur	Oeste – Este	Norte – Sur
	X	Y	X	Y
Cortante en la base (ton) Estática	18.352	18.352	33.459	33.459
Cortante en la base (ton) Dinámica	131.981	185.70	221.955	181.846
Porcentaje de la cortante dinámica	719%	1012%	663%	543%
Factor de escala	1	1	1	1
Momento volcante (ton-m)	829.46	770.58	1270.957	936.863
Desplazamiento máximo (cm)	8.12	8.28	8.10	10.97
Deriva máxima (%)	1.45%	0.99%	1.30%	2.00%

Para un evento telúrico como el sismo de Loreto ocurrido en el año 2019, en el Módulo N° 1 el porcentaje de la cortante dinámica cumple con los requisitos de la norma E.030 tanto en el sentido X (510%) como en el sentido Y (944%). La deriva máxima excede el límite establecido de 0.7% en el sentido Y (1.75%), y en el

sentido X (0.95%). Así mismo, en el módulo N° 2, el porcentaje de la cortante dinámica cumple con los requisitos de la norma E.030 tanto en el sentido X (639%) como en el sentido Y (1438%), pero la deriva máxima excede el límite establecido de 0.7% en ambos sentidos: X (1.1%) e Y (4.3%) (Tabla 9).

Tabla 9. Análisis Sísmico Dinámico Tiempo – Historia para el Pabellón N° 2 de la institución educativa N° 10386 Cuyumalca, Sismo de Loreto

Módulo	Módulo N° 1		Módulo N° 2	
	Oeste – Este	Norte – Sur	Oeste – Este	Norte – Sur
	X	Y	X	Y
Cortante en la base (ton) Estática	18.352	18.352	33.459	33.459
Cortante en la base (ton) Dinámica	93.65	173.20	213.734	481.152
Porcentaje de la cortante dinámica	510%	944%	639%	1438%
Factor de escala	1	1	1	1
Momento volcante (ton-m)	517.10	914.25	1087.564	2545.834
Desplazamiento máximo (cm)	6.46	9.00	7.20	28.35
Deriva máxima (%)	0.95%	1.75%	1.1%	4.3%

Para un evento telúrico como el sismo de Cajamarca ocurrido en el año 2020, en el módulo N° 1 el porcentaje de la cortante dinámica cumple con los requisitos de la

norma E.030 tanto en el sentido X (450%) como en el sentido Y (482%), así mismo, algunas de las derivas máximas se encuentran dentro del límite establecido

de 0.7% en ambos sentidos, aunque en el piso N° 2 no cumplen debido a que, alcanzan respectivamente en: X (0.72%) e Y (0.99%). Pero, en el módulo N° 2 si bien el porcentaje de la cortante dinámica cumple con los requisitos de la

norma E.030 tanto en el sentido X (767%) como en el sentido Y (681%); la deriva máxima excede el límite establecido de 0.7% en ambos sentidos: X (1.4%) e Y (2.2%) (Tabla 10).

Tabla 10. Análisis sísmico dinámico tiempo – historia para el pabellón N° 2 de la institución educativa N° 10386 Cuyumalca, Sismo de Cajamarca

Módulo	Módulo N° 1		Módulo N° 2	
	Oeste – Este	Norte – Sur	Oeste – Este	Norte – Sur
	X	Y	X	Y
Cortante en la base (ton) Estática	18.352	18.352	33.459	33.459
Cortante en la base (ton) Dinámica	82.50	88.47	256.495	227.739
Porcentaje de la cortante dinámica	450%	482%	767%	681%
Factor de escala	1	1	1	1
Momento volcante (ton-m)	496.72	452.93	1383.537	1229.424
Desplazamiento máximo (cm)	4.99	4.84	9.12	13.82
Deriva máxima (%)	0.72%	0.99%	1.4%	2.2%

El análisis tiempo-historia de la IE N° 10386 Cuyumalca mostró que su desempeño estructural en los Módulos N° 1 y N° 2 es insuficiente frente a sismos como los de Amazonas, Loreto y Cajamarca. En el Módulo N° 1, el cortante dinámico supera el cortante estático, no obstante, las derivas máximas superan lo establecido por la norma E.030, lo que aumenta el riesgo de daños irreparables, resultados similares fueron determinados por Shi et al. (2024) estudiando una columna en Estados Unidos.

Los desplazamientos inelásticos fueron de hasta 8.28 cm, lo que indica una deformación considerable. Al respecto, Altiok et al. (2024) indica que el 6 de

febrero de 2023, dos terremotos significativos azotaron Pazarcık y Elbistan/Kahramanmaraş con magnitudes de 7.7 y 7.6, respectivamente, obteniendo derivas y desplazamientos similares en otras edificaciones de concreto armado. El Módulo 2 presentó derivaciones que superaron los límites normativos, especialmente en el sismo de Loreto, donde la deriva en Y fue de 4.30%, al respecto, Cevallos (2022) y Villavicencio & Luzuriada (2022) indican que estos resultados son similares a los obtenidos para un edificio de 9 pisos en Ambato y un edificio con disipadores de energía tipo viscoelástico en Manabí.

El desplazamiento inelástico máximo fue de 10.97 cm en el Módulo N° 2 durante el sismo de Amazonas, lo que refleja una gran vulnerabilidad estructural. Resultados similares fueron determinados por Taberero et al. (2024) estudiando un colegio en Estados Unidos. Ahora bien, en ambos módulos pueden resistir las fuerzas sísmicas en términos de cortante basal, las derivas y desplazamientos inelásticos observados sugieren la necesidad urgente de refuerzos estructurales, las mismas indicaciones lo realizaron Cabrera (2022) y Yaipen (2024).

Comparación del análisis dinámico

El análisis tiempo-historia mostró valores mayores en momentos volcantes, desplazamientos y derivaciones en comparación con el análisis modal espectral. El momento volcánico en el sismo de Loreto fue 1296.22% mayor en el análisis tiempo-historia. Las derivaciones también fueron más altas, con 4.30% en el Módulo N° 2 para Loreto, frente a 1.64% en el análisis modal espectral. Estas diferencias indican que el análisis tiempo-historia ofrece una evaluación más conservadora (Tabla 11). El análisis tiempo-historia de la IE N° 10386 proporciona una evaluación más detallada y conservadora que el análisis modal espectral, revelando mayores momentos volcantes, desplazamientos y derivaciones. Estos resultados se deben a que el análisis tiempo-historia captura efectos no lineales y acumulativos, entre tanto, que

el modal espectral utiliza un enfoque simplificado.

En el sismo de Loreto, los momentos volcantes y desplazamientos inelásticos fueron 1296.22% y 279.86% mayores, respectivamente. Las derivaciones también fueron más altas, con una derivación máxima de 4.30% en el Módulo 2, superando el límite normativo. Esto resalta la necesidad de reforzar la estructura, tal y como sugieren Khatiwada et al. (2023) y Villavicencio & Luzuriada (2022). Además, se infiere que el análisis tiempo-historia ofrece una visión más realista de las demandas sísmicas y debe complementarse con el análisis modal espectral.

CONCLUSIONES

El análisis modal espectral mostró que ambos módulos incumplen la Norma E.030. El Módulo N° 1 falla por insuficiente resistencia sísmica (cortantes <71%), mientras que el Módulo N°2, a pesar de ser resistente, presenta una deriva excesiva (1.64%), lo que indica alta flexibilidad.

El análisis tiempo-historia confirma la alta vulnerabilidad estructural de la Institución educativa N° 10386. Ambos módulos superan ampliamente los límites de deriva ante sismos severos, con valores de hasta 4.30%, exponiendo la edificación a un riesgo inminente de daño estructural severo o colapso.

Tabla 11. Variaciones (%) en los resultados del análisis tiempo – historia de la I.E. N° 10386 respecto al análisis modal espectral

Sismo	Amazonas		Loreto		Cajamarca	
	Sentido		Sentido		Sentido	
	Oeste – Este	Norte – Sur	Oeste – Este	Norte – Sur	Oeste – Este	Norte – Sur
Dirección	X	Y	X	Y	X	Y
Módulo	Módulo N° 1		Módulo N° 1		Módulo N° 1	
Cortante (ton) Estática	100.01%	100.01%	100.01%	100.01%	100.01%	100.01%
Cortante (ton) Dinámica	1395.15%	1430.66%	989.96%	1334.36%	872.09%	681.59%
Porcentaje de la cortante	1396.12%	1431.40%	990.29%	1335.22%	873.79%	681.75%
Factor de escala	64.52%	88.50%	64.52%	88.50%	64.52%	88.50%
Momento volcante (ton-m)	1610.95%	1092.53%	1004.29%	1296.22%	964.71%	642.16%
Desplazamiento máximo (cm)	180.44%	174.32%	143.56%	189.47%	110.89%	101.89%
Deriva máxima (%)	223.08%	100.00%	146.15%	176.77%	110.77%	100.00%
Módulo	Módulo N° 2		Módulo N° 2		Módulo N° 2	
Cortante (ton) Estática	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Cortante (ton) Dinámica	733.74%	647.14%	706.56%	1712.28%	847.92%	810.46%
Porcentaje de la cortante	733.41%	646.43%	706.86%	1711.90%	848.45%	810.71%
Factor de escala	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Momento volcante (ton-m)	700.17%	555.64%	599.14%	1509.90%	762.20%	729.15%
Desplazamiento máximo (cm)	127.16%	108.29%	113.03%	279.86%	143.17%	136.43%
Deriva máxima (%)	131.31%	121.95%	111.11%	262.20%	141.41%	134.15%

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

AbdelMalek, H., Hassan, T. K., & Moustafa, A. (2022). Nonlinear time history analysis evaluation of optimized design for medium to high rise buildings using performance-based design. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(4), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102081>

Altıok, T. Y., Şevik, M., & Demir, A. (2024). Seismic performance of retrofitted and non-retrofitted RC school buildings after the February 6th, 2023, Kahramanmaraş earthquakes. *Bulletin of Earthquake Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s10518-024-01941-w>

Brunelli, A., de Silva, F., Piro, A., Parisi, F., Sica, S., Silvestri, F., & Cattari, S. (2021). Numerical simulation of the seismic response and soil–structure interaction for a monitored masonry school building damaged by the 2016 Central Italy earthquake. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 19(2), 1181-1211. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00980-3>

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 pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].

Cárdenas, O., Farfán, A., & Huaco, G. (2020). Seismic risk assessment of Peruvian public school buildings using FEMA P-154 rapid visual screening. En 2020 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI) (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CONIITI51147.2020.9240369>

Cevallos, J. W. (2022). Diseño por capacidad partiendo de un análisis comparativo entre el método modal espectral y el método tiempo historia con el uso de acelerogramas sintéticos y la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015; de un edificio de 9 pisos en estructura metálica [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36417>

Di Ludovico, M., Cattari, S., Verderame, G. M., Del Vecchio, C., Ottonelli, D., Del Gaudio, C., ... Lagomarsino, S. (2023). Fragility curves of Italian school buildings: Derivation from L’Aquila 2009 earthquake damage via observational and heuristic approaches. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 21(1), 397-432. <https://doi.org/10.1007/s10518-022-01535-4>

El Comercio. (2021). Terremoto en Amazonas: Todo lo que se sabe del sismo de 7.5 de magnitud que remeció el Perú. <https://elcomercio.pe/peru/terr>

- emoto-en-amazonas-todo-lo-que-se-sabe-del-sismo-de-75-de-magnitud-que-remecio-el-peru-igp-pedro-castillo-temblor-nndc-noticia/ESCALE. (2024). Ficha de datos de la I.E. N° 10386. Ministerio de Educación del Perú. <https://escale.minedu.gob.pe/padron-de-iiie>
- Gálvez, D. A., & Ortiz, I. S. (2022). Aplicación del análisis dinámico tiempo historia para evaluar la influencia del refuerzo estructural en los edificios aislados de clase A sometidos a registros sísmicos con diferentes mecanismos de falla en Ica-Perú [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional UPC. <http://hdl.handle.net/10757/664285>
- Gastulo, W., & Puyen, B. (2024). Evaluación del desempeño sísmico de la I.E. N° 10022 Miguel Muro Zapata, empleando un análisis no lineal tiempo – historia [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Institucional UTP. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/9462>
- Hassan, E. M., Mahmoud, H. N., & Ellingwood, B. R. (2020). Resilience of school systems following severe earthquakes. *Earth's Future*, 8(10), e2020EF001518. <https://doi.org/10.1029/2020EF001518>
- Huaripata, F., Torres, J. F., & Orihuela, J. (2020). Comparative analysis of the seismic response of an essential and a common building using site spectra and dynamic modal spectral analysis according to South American standards. IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering*, 910(1), 012008. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/910/1/012008>
- Instituto Nacional de Calidad. (2017). NTP 339.171 SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas (1ª ed.).
- Instituto Nacional de Calidad. (2019). NTP 339.127 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (1ª ed.).
- Instituto Nacional de Calidad. (2019). NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico (1ª ed.).
- Instituto Nacional de Calidad. (2019). NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos (1ª ed.).
- Instituto Nacional de Calidad. (2020). NTP 339.181 CONCRETO. Determinación del número de rebote del concreto endurecido. Método de ensayo (3ª ed.).
- Khatiwada, P., Hu, Y., Lumantarna, E., & Menegon, S. J. (2023). Dynamic modal analyses of building structures employing site-specific response spectra versus code response spectrum models. *CivilEng*, 4(1), 134-150. <https://doi.org/10.3390/civileng4010009>
- Llamo, G. Y. (2024). Vulnerabilidad sísmica del pabellón J de la Institución Educativa Emblemática Santa Teresita – Cajamarca [Tesis de pregrado,

- Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6430>
- López, P. L. (2004). Población, muestra y muestreo. *Punto Cero*, 9(8), 69-74. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012
- Magisano, D., Corrado, A., Madeo, A., & Garcea, G. (2022). A reduced order model for nonlinear time history seismic analyses of elasto-plastic 3D frame structures. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 51(9), 2055-2076. <https://doi.org/10.1002/eqe.3653>
- Magisano, D., Corrado, A., Madeo, A., & Garcea, G. (2023). Nonlinear time history seismic analysis of inelastic 3D frame buildings in a reduced modal space. *Procedia Structural Integrity*, 44, 456-463. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2023.01.060>
- Municipalidad Provincial de Chota. (2000). Expediente técnico: Mejoramiento del servicio educativo en la I.E. N° 10386 Cuyumalca, distrito de Chota - Cajamarca.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). Norma E.030 Diseño sismorresistente. Reglamento Nacional de Edificaciones. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E030_RM-355-2018-VIVIENDA_Peruano.pdf
- Quispe, P. J. (2021). Comparación entre análisis dinámico tiempo-historia en sismos frecuentes y análisis espectral para un edificio de vivienda de 14 pisos [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18648>
- Ramos-Galarza, C. (2021). Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica: Revista de Divulgación Científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 10(1), 1-7. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7890336>
- Ricalde, G. Y. (2019). Análisis dinámico comparativo Modal espectral Vs Tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, Villa el Salvador- 2019 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/49656>
- Ruhl, C. J., Melgar, D., Chung, A. I., Grapenthin, R., & Allen, R. M. (2019). Quantifying the value of real-time geodetic constraints for earthquake early warning using a global seismic and geodetic data set. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 124(4), 3819-3837. <https://doi.org/10.1029/2018JB016935>
- Sabogal, G. A., & Barboza, G. A. (2021). Comparación de la respuesta dinámica de la estructura de una vivienda de desarrollo progresivo de

- dos pisos con aislación sísmica en la ciudad de Bogotá [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia].
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2023, 5 de agosto). Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional. Estación Chota (Latitud 6°33'14.58", Longitud 78°40'33.15", 2261 msnm). <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Shi, M., Wang, P., Xu, X., & Choi, Y. (2024). Nonlinear time history analysis for the different column orientations under seismic wave synthetic approach. *World Journal of Engineering and Technology*, 12(3), 587-616. <https://doi.org/10.4236/wjet.2024.123038>
- Soroushian, A., & Wriggers, P. (2023). Test of an idea for improving the efficiency of nonlinear time history analyses in seismic analysis according to NZS 1170.5: 2004. En *Recent Trends in Wave Mechanics and Vibrations* (pp. 1-10). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15758-5_10
- Spinelli, P., Salvatori, L., Lancellotta, R., & Betti, M. (2023). Preliminary assessment of the seismic behaviour of Giotto's bell tower in Florence. *International Journal of Architectural Heritage*, 17(1), 23-45. <https://doi.org/10.1080/15583058.2022.2145527>
- Tabernero, R., Ambrosini, D., & Curadelli, O. (2024). Retrofitting of typical existing school buildings through seismic vulnerability assessment. *Journal of Physics: Conference Series*, 2647(3), 032005. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2647/3/032005>
- Villavicencio, E. G., & Luzuriaga, C. M. (2022). Análisis comparativo no lineal dinámico tiempo historia de un edificio convencional y un edificio con disipadores de energía tipo viscoelástico [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Institucional UNESUM. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4281>
- Yaipen, A. A. (2024). Evaluación del desempeño sísmico mediante análisis dinámico no lineal de la Institución Educativa Miguel Muro Zapata, Lambayeque, 2022 [Tesis de maestría, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional UPT. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/3367>

Contribución de autoría

1. Luis Alex Cabrera Delgado:
Concepción y elaboración del manuscrito:
Primer autor.
2. Elmer Natividad Chávez Vásquez:
Concepción y elaboración del manuscrito:
Segundo autor.

Recibido: 10-07-2025 Aceptado: 30-12-2025 Publicado: 31-12-2025

Cultura tributaria y la evasión fiscal de las empresas del sector construcción civil, en la ciudad de Chota, Cajamarca

Tax Culture and Tax Evasion in Companies of the Civil Construction Sector in the City of Chota, Cajamarca

Andy Gonzales Villena^{1*}  Aldo Michel Pisco Cueva² 

¹Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas, Escuela de posgrado, Cajamarca, Cajamarca, Perú.

²Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas, Escuela de posgrado, Cajamarca, Cajamarca, Perú

*Autor de correspondencia: Email: [agonzalesv@unc.edu.pe]

RESUMEN

En la ciudad de Chota, Cajamarca, durante el año 2022, las compañías del sector de la construcción civil se enfrentaron al reto de la evasión fiscal, un fenómeno que impacta de manera directa en la recaudación tributaria y en el cumplimiento de las obligaciones fiscales. En este marco, la investigación tuvo como objetivo analizar la influencia de la cultura tributaria en la evasión fiscal en las empresas dedicadas al rubro de la construcción civil. Se aplicó el método inductivo-deductivo, bajo un diseño no experimental y con enfoque correlacional de tipo transversal. Los resultados mostraron una ecuación de relación entre las variables: $Evasión\ Tributaria = 2.804 + (-0.562) * (Cultura\ Tributaria)$, con un coeficiente de determinación ajustado (R^2) de 32.9% y correlación negativa de -0.572 y un nivel de significancia de 0.00. Los resultados indican que la cultura tributaria tiene un efecto significativo sobre la evasión fiscal, reflejando una correlación inversa de nivel moderado. En otras palabras, cuando aumenta el nivel de cultura tributaria, disminuye la evasión de impuestos. Este comportamiento indica que una educación fiscal orientada a la responsabilidad, al respeto por la ley y a la solidaridad social, contribuye de manera importante al fortalecimiento del cumplimiento de las obligaciones tributarias de las empresas dedicadas al rubro de la construcción de Chota, Cajamarca.

Palabras claves: Empresas constructoras, Recaudación pública y Cumplimiento tributario.

ABSTRACT:

In the city of Chota, Cajamarca, during 2022, companies in the civil construction sector faced the challenge of tax evasion, a phenomenon that directly affects tax revenue and

compliance with fiscal obligations. Within this context, the objective of this study was to analyze the influence of tax culture on tax evasion among companies engaged in civil construction activities. The inductive–deductive method was applied under a non-experimental design, with a quantitative, correlational, and cross-sectional approach. The results revealed a functional relationship between the variables, expressed by the following equation: $Tax\ Evasion = 2.804 + (-0.562) \times (Tax\ Culture)$, with an adjusted coefficient of determination (R^2) of 32.9%, a negative correlation coefficient of -0.572, and a significance level of 0.00. The findings indicate that tax culture has a statistically significant effect on tax evasion, reflecting a moderate inverse relationship. In other words, as the level of tax culture increases, the incidence of tax evasion decreases. This behavior suggests that tax education oriented toward responsibility, respect for the law, and social solidarity contributes significantly to strengthening tax compliance among civil construction companies in Chota, Cajamarca.

Keywords: Construction companies, Public revenue and Tax compliance.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, la recaudación tributaria atraviesa grandes desafíos por la falta de eficiencia del sistema fiscal y la baja cultura tributaria de las empresas. Muchos aún ven el pago de impuestos como una carga y no como un deber ciudadano, lo que refleja una débil conciencia y compromiso ético. En este sentido, la cultura tributaria implica cumplir de forma responsable las obligaciones basadas en la confianza, el respeto a la ley y los valores de ética y solidaridad (SAT, 2020). Además, la crisis económica generada por la pandemia agudizó la caída en la recaudación y aumentó las demandas de gasto público en toda la región (CEPAL, 2020).

El sector construcción, a su vez, presenta un comportamiento económico mixto. En 2020 registró un crecimiento del 4.38%, impulsado por el consumo de cemento, pero también sufrió una caída del 11.71% en el avance físico de obras y una reducción del 18.40% en el empleo

(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020). Sin embargo, ese dinamismo quedó empañado por la presencia de altos niveles de evasión tributaria en el sector, particularmente por operaciones no reales como la emisión de comprobantes falsos o la creación de nuevas organizaciones ficticias que ocasionan pérdidas millonarias al Estado (RPP Noticias, 2018). A nivel internacional, la evasión fiscal constituye una amenaza para la estabilidad económica, al limitar la capacidad de los Estados para recaudar recursos destinados a obras públicas y servicios esenciales. Estudios recientes señalan que este fenómeno implica la reducción o elusión ilegal de las obligaciones tributarias mediante prácticas engañosas, afectando el crecimiento económico sostenible (Amina & Sara, 2024). Asimismo, la literatura evidencia que el uso de tecnologías de la información y sistemas

modernos de control tributario permite identificar la economía informal y reducir el fraude fiscal (Almeida, 2017). Sin embargo, otros autores subrayan que las causas de la evasión combinan factores económicos y valores sociales, por lo que el control debe ser moderno y transparente (Llácer, 2014).

En el ámbito regional y nacional, la evidencia muestra impactos significativos sobre la recaudación pública en el Perú, donde las estimaciones oficiales reflejan niveles preocupantes de incumplimiento tributario. En particular, el Impuesto General a las Ventas y el Impuesto a la Renta han presentado brechas importantes en la recaudación efectiva, lo que limita la capacidad del Estado para financiar programas sociales, infraestructura y servicios básicos (Agencia Peruana de Noticias, 2018). Esta situación se encuentra estrechamente vinculada con bajos niveles de cultura fiscal, escasa educación tributaria y una persistente desconfianza de los contribuyentes respecto al uso y la transparencia en el destino de los recursos públicos, factores que contribuyen a la informalidad y al incumplimiento de las obligaciones fiscales en diversos sectores económicos. De acuerdo con Bazán et al. (2024), diversos estudios demuestran que la evasión tributaria constituye una de las principales causas del déficit fiscal, lo que provoca una reducción de los recursos disponibles para que el Estado impulse el desarrollo nacional. El que en provecho propio o de un tercero, valiéndose de cualquier artificio, engaño, astucia, ardid

u otra forma fraudulenta, deja de pagar en todo o en parte los tributos que establecen las leyes (Peña, 2018).

Investigaciones focales confirman esos patrones: Quispe (2019) señala que la evasión tributaria sigue siendo un problema vigente, originado principalmente por el incumplimiento parcial o total de las obligaciones fiscales. Su trabajo de investigación en el mercado Familias Unidas de San Juan de Miraflores evidenció que muchos contribuyentes no declaran sus impuestos de forma oportuna, lo que genera altos niveles de evasión y refleja deficiencias en el control tributario de la SUNAT.

Chipana (2019) encontró que el conocimiento y las actitudes tributarias influyen decisivamente en la formalización empresarial, y Rodríguez (2018) documentó en Cajamarca que la baja transparencia y la informalidad se traducen en deudas tributarias significativas y en pobre gestión contable. A su vez, estudios locales como los de Cotrina & Machuca (2017), Mejía (2016) y el recientemente Rojas (2024) en Chota coinciden en que la limitada comprensión de las normas y la escasa educación tributaria fomentan prácticas evasivas.

Rodrigo (2015) subrayó que la educación tributaria es la vía más potente para generar compromiso voluntario: formar, concientizar y ofrecer programas y talleres logra mayor cumplimiento que la sola fiscalización. En suma, fortalecer la cultura tributaria exige combinar control tecnológico, educación y políticas

públicas enfocadas en la transparencia y valores cívicos.

Según Valqui y Zelada (2014), el 57% de las PYMES en Cajamarca incumple los plazos de declaración de impuestos, argumentando descontento con la manera en que la SUNAT gestiona los tributos obtenidos. En ese contexto, el objetivo en este estudio es analizar la influencia de la cultura tributaria en la evasión fiscal en la evasión fiscal empresas dedicadas al rubro de la construcción civil.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Chota en el año 2022, situada en el departamento de Cajamarca, Perú. Este territorio se encuentra a una altitud aproximada de 2 388 msnm, cuenta con una extensión de 261.75 km² y una población cercana a los 45 958 habitantes.

Desde el punto de vista geográfico, Chota está ubicada en las coordenadas 6°33'18" de latitud sur y 78°39'00" de longitud oeste (INEI, 2023). Su clima es predominantemente templado y húmedo, presentando una temperatura media anual cercana a los 16 °C, una humedad relativa promedio del 70 % y una precipitación pluvial anual que bordea los 900 mm (SENAMHI, 2022). Estas condiciones reflejan un ambiente propio de la región andina, caracterizado por una prolongada temporada de lluvias y un periodo seco de corta duración.

Tipo y diseño de investigación

Fue de carácter básico, pues su propósito era ampliar el conocimiento

sobre la relación entre la cultura tributaria y la evasión fiscal en empresas del sector de la construcción civil en la ciudad de Chota. Este tipo de estudio no buscaba desarrollar nuevos productos o tecnologías, sino comprender los factores sociales y administrativos que influyen en el cumplimiento tributario (Rodríguez, 2019).

El estudio se desarrolló bajo un diseño no experimental, de corte transversal y con un enfoque correlacional, ya que las variables no fueron manipuladas intencionalmente. Se observó la realidad tal como se presentó en su contexto natural, describiendo y analizando la relación entre las variables sin intervenir en ellas (Hernández et al., 2010).

Métodos de investigación

Se aplicaron los métodos analítico-sintético y inductivo-deductivo. El método analítico-sintético hizo posible examinar de manera detallada cada una de las variables de estudio, desglosándolas en dimensiones e indicadores concretos que facilitaron una comprensión más profunda de sus características.

Posteriormente, este enfoque permitió recopilar, organizar y relacionar la información obtenida, articulando los resultados de manera coherente con el fin de construir una visión más completa del fenómeno estudiado y establecer conclusiones generales. Por su parte, el método inductivo-deductivo se empleó para transitar del análisis de casos particulares hacia generalizaciones empíricas y, posteriormente, formular conclusiones teóricas sustentadas en los

datos obtenidos (Rodríguez & Pérez, 2017)

Población, muestra y unidades de observación

La población estuvo integrada por todas las empresas pertenecientes al rubro de la construcción civil que operaban en la

ciudad de Chota, región Cajamarca, y que estaban registradas en SUNAT durante el año 2021, alcanzando un estimado total de 300 entidades empresariales.

Para determinar el tamaño se utilizó la siguiente fórmula.

$$\frac{N * (\sigma_c * 0,05)^2}{1 + (e^2 * (N - 1))} = n$$

donde:

(n) = tamaño de la muestra,
(N) = tamaño de la población (300),
(Z) = valor del nivel de confianza (1.96 para un 95 %),
(e) = margen de error (0.05).

Al reemplazar los valores en la fórmula correspondiente, se obtuvo un tamaño muestral de 169 empresas del sector construcción civil de la ciudad de Chota. La información fue recabada a través de los representantes de cada empresa (gerentes, contadores o responsables administrativos), quienes brindaron los datos necesarios para el desarrollo de la investigación. La unidad de observación correspondió a cada representante empresarial (gerente, contador o administrador) que proporcionó información relevante sobre las variables de estudio.

Colecta de datos

La indagación se logró mediante la técnica de la encuesta, seleccionada por su capacidad de recopilar datos cualitativos y cuantitativos de una muestra representativa (Westreicher, 2021).

Como instrumento se utilizó un cuestionario estructurado con 16

preguntas en escala de Likert. De estas, 10 ítems estuvieron orientados a evaluar la cultura tributaria (educación fiscal, responsabilidad social, conocimiento normativo y cumplimiento de deberes) y 6 ítems midieron la evasión fiscal (declaración de ingresos, cumplimiento de obligaciones y percepciones sobre fiscalización).

El cuestionario fue sometido a validación por juicio de expertos y a una prueba piloto, garantizando la claridad de los ítems y la confiabilidad del instrumento antes de su aplicación definitiva.

Análisis de datos

Los datos colectados fueron procesados mediante los programas Microsoft Excel y SPSS versión 25. Inicialmente, se realizó la tabulación y codificación de las respuestas, seguidas de pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas para verificar la adecuación al análisis paramétrico.

Posteriormente, se efectuó un análisis correlacional utilizando el coeficiente de correlación de Spearman (ρ), con un nivel de significancia del 5 % ($\alpha \leq 0.05$). Asimismo, se presentaron los resultados mediante cuadros y representaciones gráficas que facilitaron la interpretación del comportamiento de las variables. Cuando no se cumplieron los criterios de normalidad, se aplicaron métodos estadísticos no paramétricos. En conjunto, el análisis de los datos permitió validar la hipótesis planteada, evidenciando la relación y el nivel de influencia entre la cultura tributaria y la evasión fiscal dentro del contexto analizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

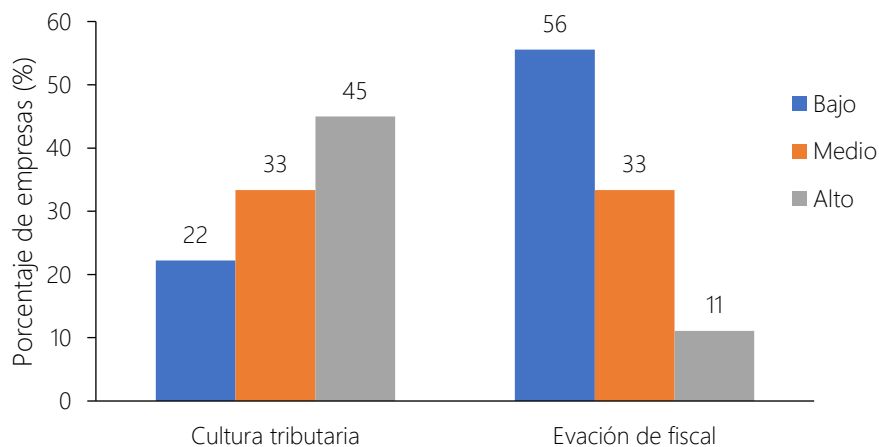


Figura 1. Cultura tributaria y evasión fiscal de las empresas de construcción civil de Chota, Cajamarca.

Chipana (2019) sostiene que el conocimiento y compromiso tributario son factores esenciales para la formalización y cumplimiento fiscal, hallazgo que coincide con los resultados

a) Cultura tributaria y evasión fiscal de las empresas de construcción civil de chota, Cajamarca.

Como se observa en la Figura 1, el 45 % de las empresas encuestadas presenta un nivel alto de cultura tributaria, mientras que el 22 % se ubica en un nivel bajo. En contraste, la evasión fiscal evidencia un comportamiento inverso, ya que solo el 11 % de las empresas presenta un nivel alto de evasión, mientras que el 56 % se concentra en un nivel bajo. Estos resultados sugieren que, en el sector construcción civil de la ciudad de Chota, predomina un mayor cumplimiento de las obligaciones tributarias, acompañado de una menor propensión a prácticas de evasión fiscal.

obtenidos.

Rodríguez (2018) determinó en Cajamarca una relación clara entre la falta de cultura empresarial y la evasión tributaria: muchos empresarios y personas naturales no muestran la

transparencia necesaria. En su estudio, el 10% de las ventas anuales no fueron declaradas, mientras que en nuestra investigación este porcentaje llegó al 22% en el sector construcción civil de Chota. Esto evidencia que en la región aún falta fortalecer la cultura tributaria y el respeto a la ley, pues los resultados confirman que todavía hay un largo camino por recorrer en materia fiscal. Como se muestra en el Tabla 1, el coeficiente de correlación Rho de

Spearman entre la cultura tributaria y la evasión fiscal es de -0.572, lo que evidencia una correlación inversa de nivel moderado. Este resultado indica que, a medida que se incrementa el nivel de cultura tributaria en las empresas del sector construcción civil, la evasión fiscal tiende a disminuir. Asimismo, el valor de significancia estadística (Sig. = 0.000 < 0.01) confirma la existencia de una relación significativa entre ambas variables.

Tabla 1. Correlación de Rho de Spearman entre cultura tributaria y evasión fiscal de las empresas de construcción civil en Chota, Cajamarca.

Variables		Cultura tributaria	Evasión fiscal
	Coeficiente de correlación	1.000	-0.572**
Cultura tributaria	Sig. (bilateral)	.	0.000
	N	169	169

** . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

Los resultados obtenidos concuerdan con lo planteado por Almeida (2017) quien señala que la ética fiscal y el conocimiento de las obligaciones tributarias influyen directamente en el comportamiento de cumplimiento de los contribuyentes. En este sentido, una mayor cultura tributaria contribuye a reducir las prácticas de evasión fiscal en las empresas, asimismo. Según Chipana (2019), la cultura tributaria se forma a partir de los valores, creencias y actitudes presentes en cada empresario. Sin embargo, en las empresas de construcción civil de Chota se evidencia que muchos desconocen las normas tributarias y, en algunos casos, reciben una orientación contable incorrecta. Esta falta de conocimiento y compromiso

genera una correlación inversa moderada entre la cultura tributaria y la evasión fiscal.

Chipana (2019) también señala que, a pesar que los valores éticos empresariales deberían guiar el cumplimiento tributario, en la práctica prevalecen intereses personales, lo que convierte la evasión en un problema social y cultural que demanda nuevas políticas y educación tributaria para revertir esta situación.

Como se muestra en la Tabla 2, el modelo de regresión presenta un coeficiente de correlación múltiple de $R = 0.642$, lo que indica un ajuste moderado del modelo para explicar la relación entre la cultura tributaria y la evasión fiscal. Asimismo, el coeficiente de

determinación ($R^2 = 0.412$) señala que el 41.2 % de la variabilidad de la evasión fiscal es explicada por la cultura tributaria. Por su parte, el R^2 ajustado (0.329) evidencia una reducción en la capacidad explicativa del modelo, lo que

sugiere la influencia de otros factores no considerados, el error estándar de la estimación (0.53028) indica la existencia de variabilidad no explicada por el modelo.

Tabla 2. Resumen del modelo de regresión entre cultura tributaria y evasión fiscal en las empresas de construcción civil de Chota, Cajamarca

Modelo	R	R cuadrado	R ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.642 ^a	0.412	0.329	0.53028

a. Predictores: (Constante), V_X

Los resultados del modelo de regresión confirman que la cultura tributaria ejerce una influencia significativa sobre la evasión fiscal en las empresas de construcción civil de Chota. Este hallazgo es consistente con lo planteado por Almeida (2017), quien sostiene que una adecuada formación tributaria contribuye a reducir las prácticas de incumplimiento fiscal. Asimismo, Chipana (2019) señala que el fortalecimiento de valores y actitudes favorables hacia el cumplimiento de las obligaciones tributarias permite disminuir conductas evasivas. No obstante, el valor del R^2 ajustado indica

que la evasión fiscal también está condicionada por otros factores, como la informalidad, la percepción del uso de los recursos públicos y la calidad de la fiscalización tributaria.

En la Tabla 3 se presentan los coeficientes del modelo de regresión lineal simple. La constante posee un valor de +2.804, mientras que el coeficiente correspondiente a la variable independiente es negativo (-0.562). Estos parámetros permiten realizar proyecciones o estimaciones futuras, mostrando que, al incrementarse la cultura tributaria, la evasión fiscal tiende a disminuir de manera proporcional.

Tabla 3. Coeficientes del modelo de regresión entre evasión fiscal y cultura tributaria.

Modelo	Coeficientes estandarizados		Coeficientes estandarizado	t	Sig
	B	Dev. Error			
(Constante)	2.8	0.12		22.8	0.0
V_X	-0.5	0.05	-0.642	-10.8	0.0

a. Variable dependiente: V_Y

Los valores necesarios para establecer la ecuación de regresión lineal, la cual

Ecuación: $Y=a+bx$

Evasión fiscal= $2.804+(-0.562) * (\text{Cultura tributaria})$

Esta ecuación permite realizar estimaciones predictivas, evidenciando que un aumento en la cultura tributaria se asocia con una reducción proporcional de la evasión fiscal, lo que refuerza la importancia de fortalecer el conocimiento, las actitudes y los valores tributarios en las empresas analizadas.

b) Cultura tributaria de las empresas de construcción civil de Chota, Cajamarca.

El análisis de la Figura 2 muestra que la opinión de los encuestados respecto a los deberes tributarios, como parte esencial de la cultura tributaria, presenta distintos niveles de valoración. La mayoría, equivalente al 56%, consideró que estos deberes poseen una alta importancia, entre tanto, un 22% les asignó poca relevancia, evidenciando una diferencia notoria del 34 % entre ambos grupos, por otro lado, el 22 % manifestó una posición intermedia, lo que refleja una percepción moderada sobre el papel que cumplen los deberes tributarios dentro de la cultura tributaria.

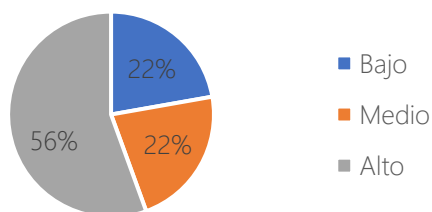


Figura 2. Deberes tributarios de las empresas de construcción civil de Chota, Cajamarca.

permite analizar la influencia entre la cultura tributaria y la evasión fiscal.

Al respecto, Rodrigo (2015) plantea que la educación tributaria es la clave para reducir la evasión fiscal. Según su estudio en Chota, la mejor forma de lograrlo es formando e informando a la población, especialmente a los empresarios, mediante programas y seminarios que promuevan el cumplimiento de la ley. El autor resalta que no basta con fiscalizar, sino que se debe concientizar a las personas para que valoren sus acciones como correctas y asuman la responsabilidad de contribuir y ejercer una ciudadanía activa, siguiendo el ejemplo de las propias autoridades.

Tal como se aprecia en la Figura 3, la valoración del respeto a la ley presenta percepciones diferenciadas entre los encuestados. El 45 % considera que el respeto a la ley constituye un aspecto fundamental dentro de la cultura tributaria, lo que evidencia una actitud favorable hacia el cumplimiento de las normas fiscales. Sin embargo, un 22 % le asigna un nivel bajo de importancia, lo cual refleja una postura de escaso compromiso con la legalidad tributaria. Por su parte, el 33 % se ubica en un nivel intermedio, mostrando una percepción moderada respecto al papel que cumple el respeto a la ley en el ámbito fiscal.

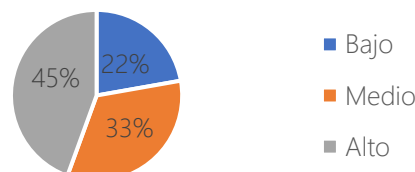


Figura 3. Valoración del respeto a la ley en las empresas de construcción civil de Chota, Cajamarca.

Los resultados obtenidos coinciden con lo planteado por la teoría penalista, la cual sostiene que el respeto a la ley es un componente esencial para prevenir y disuadir la evasión fiscal, ya que articula principios éticos con la existencia de sanciones legales que refuerzan el cumplimiento normativo. En este sentido, Goldschmidt (1982, citado por Samhan, 2012) señala que cuando los contribuyentes internalizan la legalidad como un valor, se fortalece la cultura de cumplimiento tributario. No obstante, el porcentaje significativo de encuestados que presenta una valoración media o baja evidencia la necesidad de reforzar la educación tributaria y la confianza en el sistema fiscal, a fin de consolidar una conducta empresarial alineada con la normativa vigente.

En la figura 4 muestran que la responsabilidad y la solidaridad social fueron valoradas por la mayoría de los encuestados como un componente importante dentro de la cultura tributaria. Cerca del 45 % reconoció estos valores como de alto nivel, reflejando conciencia sobre su papel en el cumplimiento fiscal. Sin embargo, un 33 % aún los percibe con poca relevancia, lo que evidencia que no todos asumen la responsabilidad colectiva frente al pago de tributos. El 22 % restante mantiene una posición intermedia, lo que sugiere que todavía existen diferencias en la forma en que los contribuyentes entienden la importancia de actuar con compromiso social dentro del ámbito tributario.

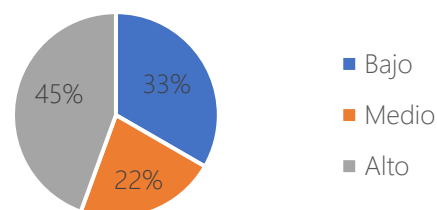


Figura 4. Valoración de la responsabilidad y solidaridad social en las empresas de construcción civil de Chota, Cajamarca.

Estos resultados guardan relación con lo señalado por Rodríguez (2018), quien concluye que la responsabilidad y la transparencia empresarial influyen de manera significativa en la evasión tributaria en la ciudad de Cajamarca. Asimismo, el autor identifica que la falta de organización, identidad empresarial y formalización contribuye al incumplimiento tributario, lo cual coincide con la presencia de un grupo de contribuyentes que aún no internaliza plenamente la responsabilidad social asociada al pago de impuestos. En este sentido, los hallazgos del presente estudio confirman que el fortalecimiento de valores como la responsabilidad y la solidaridad social resulta clave para reducir la evasión fiscal y promover una cultura tributaria más sólida en el ámbito empresarial.

c) Evasión fiscal de las empresas de construcción civil de Chota, Cajamarca.

La Figura 5 muestra una marcada diversidad en la percepción de la elusión tributaria entre las empresas encuestadas. Solo el 11% la considera un

aspecto de alta relevancia, mientras que más de la mitad 56% la percibe como poco importante. Este resultado sugiere una posible tolerancia o desconocimiento respecto a las implicancias reales de la elusión en el cumplimiento de las obligaciones fiscales. Por su parte, el 33% se ubicó en un nivel intermedio, lo que refleja que aún existe confusión conceptual sobre estas prácticas y sus efectos en la recaudación tributaria.

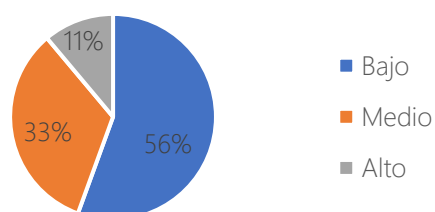


Figura 5. Valoración de la elusión tributaria de las empresas de construcción civil de Chota, Cajamarca.

Estos resultados guardan coherencia con lo planteado por Almeida (2017), quien señala que la evasión y la economía oculta suelen persistir debido al desconocimiento de los contribuyentes y a la escasa visibilidad de estas prácticas. El autor destaca que la ausencia de controles efectivos y de estrategias modernas facilita la continuidad de la elusión tributaria, situación que se refleja en la baja importancia que le asignan los encuestados en esta investigación. En este contexto, los hallazgos refuerzan la necesidad de promover una mayor educación tributaria y fortalecer los mecanismos de control, a fin de reducir este tipo de conductas y mejorar el

cumplimiento fiscal.

Los resultados de la Figura 6 evidencian que la mayoría de los encuestados (68 %) considera que la elusión tributaria tiene poca relevancia en relación con los pagos tributarios, mientras que solo un 11 % la percibe como un problema importante. Asimismo, un 21 % mantiene una posición intermedia, lo que indica que no existe una percepción homogénea sobre el impacto que tiene la elusión en el cumplimiento fiscal y en la economía en general. Estos datos reflejan una subvaloración de las consecuencias que genera evitar el pago de tributos.

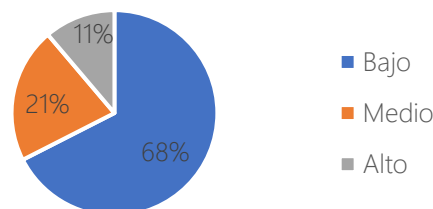


Figura 6. Valoración de los pagos tributarios de las empresas de construcción civil de Chota, Cajamarca.

Este resultado coincide con lo señalado por Rodríguez (2018), quien sostiene que la evasión tributaria está estrechamente vinculada a la falta de transparencia, responsabilidad y formalización empresarial en la región de Cajamarca. Desde esta perspectiva, la baja importancia que se asigna a la elusión tributaria en las empresas de Chota pone en evidencia debilidades persistentes en la cultura empresarial y fiscal, las cuales dificultan el cumplimiento adecuado de los pagos tributarios. En este contexto,

resulta fundamental fortalecer los valores empresariales y reforzar las acciones de control del Estado, a fin de promover una mayor responsabilidad fiscal y reducir estas prácticas.

CONCLUSIONES

- La cultura tributaria se confirma como un factor determinante en la reducción de la evasión fiscal, evidenciando una relación negativa y significativa entre ambas variables en el sector estudiado.
- El compromiso fiscal está ligado a la valoración de los deberes tributarios, el respeto a la ley y la responsabilidad social, lo que refleja la importancia de la formación ética y cívica de los contribuyentes.
- La evasión fiscal está ligado a la elusión tributaria y a los pagos tributarios lo que resalta la importancia de necesidad de políticas públicas que promuevan la educación, transparencia y responsabilidad fiscal.

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

Almeida, P. (2017). *Control de la evasión*

tributaria en un país en vías de desarrollo: La visibilidad de la economía oculta y su evasión [Tesis de doctorado, Universidad de Lleida].
<http://hdl.handle.net/10803/405315>

Amina, B., & Sara, M. (2024). Tax evasion and its effects on development: A systematic review of current issues and future solutions. *The International Tax Journal*, 51(6), 231–239.

<https://internationaltaxjournal.online/index.php/itj/article/view/31>

Andina: Agencia Peruana de Noticias. (2020, 2 de agosto). *MEF: Evasión tributaria alcanza el 36 % del IGV y el 57 % del Impuesto a la Renta*. Andina.pe.

<https://andina.pe/agencia/noticia-mef-evasion-tributaria-alcanza-36-del-igv-y-57-del-impuesto-a-renta-719696.aspx>

Bazán Calderón, L. D. E., Medina Gálvez, D. R., & Saavedra Vásquez, J. K. (2024). Evasión tributaria: Causas emergentes en el Perú. *Revista Investigación y Negocios*, 17(30), 76–84.

<https://doi.org/10.38147/invneg.v17i30.294>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2020). *Panorama fiscal de América Latina y el Caribe*.
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/45730-panorama-fiscal-america-latina-caribe-2020-la-politica-fiscal-la-crisis-derivada>

- Chipana Apaza, V. R. (2019). *El nivel de cultura tributaria y su influencia en el cumplimiento de las obligaciones tributarias en las rentas de cuarta categoría de los odontólogos de la ciudad de Juliaca, periodo 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. <https://share.google/jTWtESwgg4zVfpJe>
- Cotrina, H., & Machuca, E. (2017). *Factores determinantes de la evasión tributaria en las micro y pequeñas empresas del sector construcción, en el distrito de Cajamarca 2016* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/11297>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5.ª ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2023). *Perú: Compendio estadístico 2023*. INEI. <https://www.inei.gob.pe/>
- Llácer, A. (2014). *Factores explicativos de la evasión fiscal* [Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=89665>
- Mejía, A. (2016). *La cultura tributaria y su influencia en la evasión del impuesto a la renta* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16082>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). *Panorama económico nacional y el sector construcción*. <http://www3.vivienda.gob.pe/>
- Peña, A. (2018). *Defraudación tributaria*. Ministerio Público del Perú. https://www.mpdfn.gob.pe/escuela/contenido/actividades/docs/4494_defraudacion_tributaria.pdf
- Quispe, L. (2019). *La evasión tributaria y su relación con la recaudación tributaria en los comerciantes del mercado Familias Unidas de San Juan de Miraflores en el año 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma del Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.13067/868>
- Rodrigo, L. (2015). *La educación tributaria como medida para incrementar la recaudación fiscal en la ciudad de Chota, 2013* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/712>
- Rodríguez, A., & Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista EAN*, (82), 179–200. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20652069006>
- Rodríguez, D. (2019). *Investigación básica: Características, definición,*

- ejemplos.* Liferder.
<https://www.liferder.com/investigacion-basica/>
- Rodríguez, L. (2018). *Cultura empresarial y evasión tributaria en la ciudad de Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2239>
- Rojas Campos, E. (2024). Causas de evasión tributaria en restaurantes de la ciudad de Chota, Cajamarca. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 7(2), 194–201.
<https://share.google/WwW2gSyrHurkP47PU>
- RPP Noticias. (2018, 21 de noviembre). *Sunat detectó evasión tributaria en el sector construcción*. RPP Noticias.
<https://rpp.pe/economia/economia/>
- Samhan, F. (2012). El ilícito tributario: naturaleza jurídica y tratamiento en la legislación peruana. *Revista Peruana de Derecho Tributario, Universidad de San Martín de Porres Tax Law Review*, 17, 1-27.
<https://share.google/Xb3KNUsiqjokqBoHS>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2022). *Anuario meteorológico 2022: Datos climáticos del Perú*.
<https://www.senamhi.gob.pe/>
- Superintendencia de Administración Tributaria. (2020). *Cultura tributaria*. SAT.
<https://portal.sat.gob.gt/portal/cultura-tributaria/>
- Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2020). *¿Qué se entiende por tributo?*.
[https://www.sunat.gob.pe/institucional/quienessomos/sistematributario_entiende.html#:~:text=Es%20una%20prestaci%C3%B3n%20de%20dinero,de%20sus%20fin%20es%20\(1\).](https://www.sunat.gob.pe/institucional/quienessomos/sistematributario_entiende.html#:~:text=Es%20una%20prestaci%C3%B3n%20de%20dinero,de%20sus%20fin%20es%20(1).)
- Valqui, F., & Zelada, C. (2014). La evasión del Impuesto General a las Ventas. *Visión Contable Urrelina*, (18), 18–21.
<http://revistas.upagu.edu.pe/index.php/VC/article/view/314>
- Westreicher, G. (2021). *Encuesta. Economipedia*.
<https://economipedia.com/definiciones/encuesta.html>

Contribución de autoría

1. Andy Gonzales Villena: Concepción, Metodología y elaboración del manuscrito.
2. Aldo Michel Pisco Cueva: Concepción, elaboración del manuscrito y análisis de datos.

Recibido: 10-11-2025 Aceptado: 30-12-2025 Publicado: 31-12-2025

Diseño y análisis mecánico e hidráulico de concreto poroso con materiales locales de Chota para pavimentos peatonales permeables

Mechanical and hydraulic design and analysis of porous concrete using local materials from Chota for permeable pedestrian pavements

Wilmer Marin Diaz Medina  Neiser Solano Linares*  Luis Fernando Romero Chuquilin 

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

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

RESUMEN

En la ciudad de Chota, la acumulación de agua pluvial en calles y aceras durante la temporada de lluvias genera problemas de transitabilidad peatonal, debido a la impermeabilidad del suelo y la falta de sistemas adecuados de drenaje. La Municipalidad Provincial de Chota ha planteado la implementación de pavimentos permeables como alternativa sostenible para mitigar estos efectos. En respuesta a esta problemática, la investigación tuvo como objetivo diseñar y analizar mecánica e hidráulicamente el concreto poroso con materiales locales de Chota para pavimento permeable del pasaje Teofilo Idrogo. El estudio se desarrolló con enfoque cuantitativo y nivel descriptivo; se elaboraron 45 probetas cilíndricas para ensayos de compresión y 15 probetas prismáticas para resistencia a flexión. El concreto poroso fue diseñado utilizando cemento Portland tipo I, agregado grueso huso #67 de la cantera Choctapata y arena de la cantera Conchán. Los resultados indicaron que la dosificación influye significativamente en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. El diseño D1 se identificó como la mejor opción por su equilibrio entre resistencia y permeabilidad, con $f'c = 219.49 \text{ kg/cm}^2$, resistencia a flexión de 52.22 kg/cm^2 y coeficiente de permeabilidad de 0.20 cm/s . Se concluye, que con un espesor de 10 cm para la losa de concreto poroso, 30 cm para la base granular y 20 cm de mejoramiento con over, se asegura la eficiencia hidráulica y mecánica para su uso en el pasaje Teofilo Idrogo de la ciudad de Chota.

Palabras clave: resistencia, permeabilidad, diseño de mezclas, Cajamarca

ABSTRACT

In the city of Chota, the accumulation of rainwater on streets and sidewalks during the rainy season creates problems for pedestrian mobility, due to the impermeability of the soil and the lack of adequate drainage systems. The Provincial Municipality of Chota has proposed the implementation of permeable pavements as a sustainable alternative to mitigate these effects.

In response to this issue, the research aimed to design and analyze, both mechanically and hydraulically, porous concrete using local materials from Chota for the permeable pavement of Teofilo Idrogo passage. The study was conducted with a quantitative approach and descriptive level; 45 cylindrical specimens were prepared for compression tests and 15 prismatic specimens for flexural strength testing. The porous concrete was designed using Type I Portland cement, coarse aggregate #67 from the Choctapata quarry, and sand from the Conchán quarry. The results indicated that the mix design significantly influences the properties of concrete in both fresh and hardened states. Design D1 was identified as the best option due to its balance between strength and permeability, with $f'c = 219.49 \text{ kg/cm}^2$, flexural strength of 52.22 kg/cm^2 , and a permeability coefficient of 0.20 cm/s . It is concluded that with a thickness of 10 cm for the porous concrete slab, 30 cm for the granular base, and 20 cm of improvement with over, hydraulic and mechanical efficiency is ensured for its use in the Teofilo Idrogo passage in the city of Chota.

Keywords: strength, permeability, mixed design, Cajamarca

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos decisivos a considerar en la planificación y diseño de ciudades es el sistema de drenaje de agua pluvial. Las precipitaciones pluviales son fenómenos naturales inevitables, y cuando se presentan en grandes cantidades, pueden provocar inundaciones y, en el peor de los casos, daños estructurales (Arora et al., 2023). Es por eso que, contar con pavimento poroso se ha transformado en una opción factible para lidiar con este problema y garantizar la transitabilidad peatonal (Ab Latif et al., 2023).

El pavimento poroso o permeable es un material que permite el paso del agua a través de él, evitando acumulaciones de agua y facilitando su drenaje hacia los sistemas de alcantarillado pluvial (Kia, 2023); su estructura está compuesta por una capa superior de material permeable (como adoquines, bloques o losa de concreto poroso), seguida de la capa base y la capa inferior de agregado compactado (subrasante mejorada), con el fin de que el

agua se infiltre en el suelo de manera gradual y controlada (Yu et al., 2023).

El análisis del pavimento poroso para el drenaje de agua pluvial comienza por evaluar su capacidad de infiltración (Raimondi et al., 2023), cuanto más poroso sea el pavimento, mayor será su capacidad de absorción de agua (Rao et al., 2023), de esta manera, se evita la formación de charcos, asegurando la seguridad de los peatones y conservando la integridad del pavimento (Madrado-Uribeetxebarria et al., 2023). Otro aspecto importante para considerar es la capacidad estructural del pavimento; ahora bien, el material permeable utilizado puede no tener la misma resistencia que un pavimento convencional; los avances en este campo han permitido obtener materiales más resistentes, capaces de soportar la carga de vehículos de baja velocidad y el tráfico peatonal sin comprometer su función de drenaje (Yu et al., 2023).

En el país, los pavimentos más analizados, diseñados y construidos son: los rígidos con losa de concreto convencional, y los flexibles con carpeta de asfalto (Lopez et al., 2023), pero estos materiales no permiten la filtración del agua, lo que, sumado a la falta de sistemas de drenaje pluvial, generan problemas de acumulación de agua y aumenta el riesgo de inundaciones, durante la época de lluvias (Puspitasari et al., 2023); en cambio, el pavimento permeable diseñado es capaz de prevenir problemas como el estancamiento del agua y los accidentes de tránsito causados por el hidroplaneo (Kabir, 2023). Siendo indispensable analizar y diseñar pavimentos permeables de concreto poroso. La información obtenida servirá para que las autoridades locales puedan plantear su construcción y eviten la acumulación de agua por las altas precipitaciones pluviales y los fenómenos climatológicos recurrentes, como el Fenómeno del Niño (Yglesias-González et al., 2023).

En la ciudad de Chota – Cajamarca, existe un problema recurrente de inundación de calles y aceras durante la temporada de lluvias (América Noticias, 2022). Estas inundaciones causan molestias a los peatones, dificultando su movilidad y generando condiciones inseguras para el tránsito peatonal. La Municipalidad Provincial de Chota (MPCH, 2018) argumenta que, los suelos locales son impermeables lo que, en conjunto con los pavimentos rígidos y la falta de drenaje longitudinal, incrementa la probabilidad de inundación, por lo que, sugieren en primera instancia la construcción del drenaje pluvial, pero además recomiendan implementar

otras medidas de desarrollo sostenible que, controlen la escorrentía como las calles con pavimento permeable, pero para ello, la MPCH requiere de información acerca del análisis y diseño del pavimento permeable producido con concreto poroso, sin embargo, hasta el momento no se cuenta con el análisis y diseño del mismo para determinar la viabilidad de tal propuesta, a pesar de esfuerzos anteriores (Díaz, 2022) por desarrollar concreto poroso en la Universidad Nacional Autónoma de Chota. En este contexto, el estudio de Díaz (2022) debe ser complementado para plantear el diseño del pavimento poroso como pavimento peatonal, debido a que, el autor solo logró plantear una dosificación base para la elaboración de concreto poroso, pero no llegó a diseñar el pavimento permeable. Este tipo de pavimento permite que el agua de lluvia penetre a través de los espacios vacíos entre las piedras y sea drenada correctamente, impidiendo así el depósito de agua en la superficie (Palomino, 2023). Siendo así, el objetivo es diseñar y analizar mecánica e hidráulicamente el concreto poroso con materiales locales de Chota para pavimentos peatonales permeables en el pasaje Teofilo Idrogo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

La investigación se realizó en la ciudad de Chota, región Cajamarca, con temperatura promedio de 12.72°C a 21.08°C y fuertes precipitaciones pluviales (105 mm/hr) (SENAMHI, 2023), pero se centró en el pasaje Teofilo Idrogo, vía no pavimentada, situado al noreste de la plaza de armas, en

el sector 1 de la ciudad de Chota, inicia en las coordenadas UTM WGS84 17S 760939.07 m E, 9274981.99 m S, y termina en: UTM WGS84 17S 760992.75 m E, 9274929.36 m S, se accede al mismo por el Jr. Camino Real, y es una vía de uso

peatonal debido a que, no tiene continuidad vial es una calle cerrada que solo sirve de acceso a los propietarios de las viviendas y lotes de la urbanización del mismo nombre (Tabla 1 y Figura 1).

Tabla 1. Datos técnicos de la urbanización Teofilo Idrogo en Chota, Cajamarca.

Característica	Detalle
Área (m ²)	1304.20
Número de manzanas	2
Número de lotes por manzana	8
Tipo de viviendas	Viviendas de albañilería con losa aligerada de concreto
Distancia de la calle (m)	72
Pendiente de la calle (%)	0.51

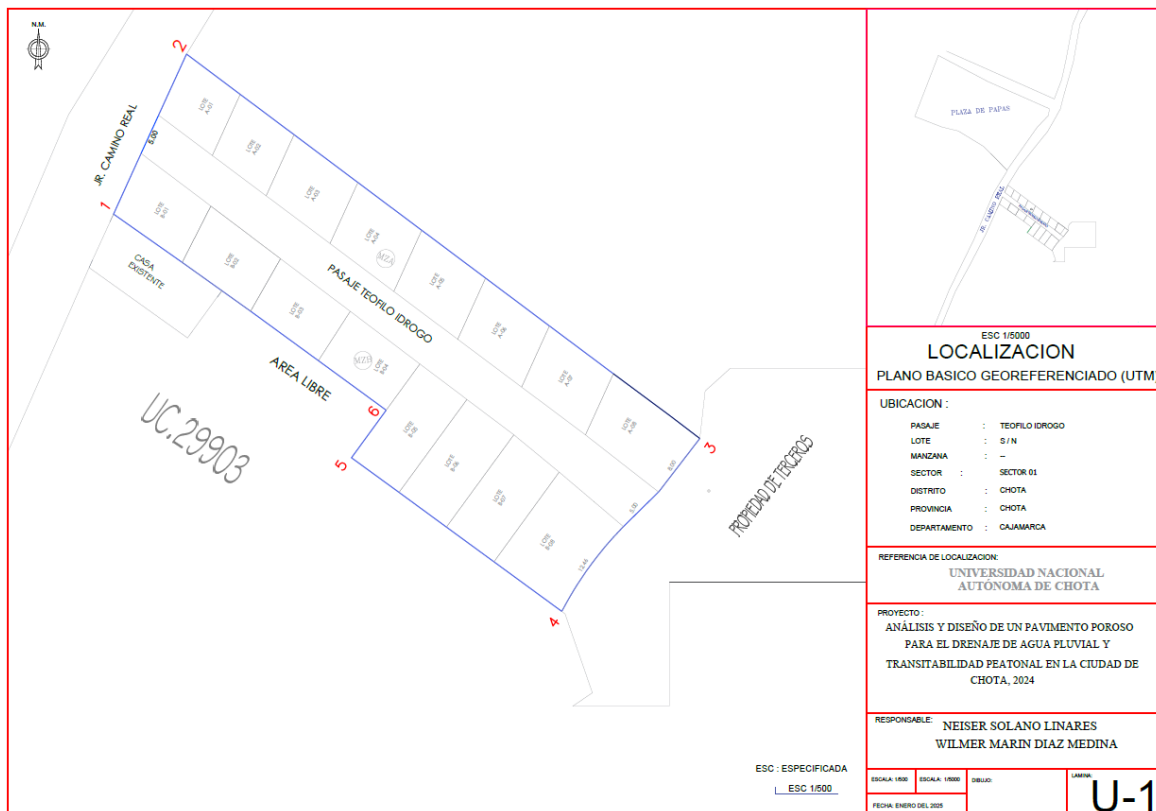


Figura 1. Ubicación del pasaje Teofilo Idrogo en la Ciudad de Chota, Cajamarca

Diseño de la investigación

La investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y diseño descriptivo causal simple, se centró en recopilar y analizar datos numéricos sobre el comportamiento del concreto poroso en Chota. Se utilizó la estrategia no experimental y transversal, desarrollada en laboratorio, campo y biblioteca, para caracterizar las propiedades del concreto poroso y establecer el diseño del pavimento permeable. Se elaboraron 45 probetas cilíndricas para ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días con cinco diseños, 15 prismáticas para ensayos de flexión y 15 adicionales para ensayos de permeabilidad (Tabla 2).

Colecta de datos

Recolección de agregados

El agregado fino se adquirió de la cantera Conchán ubicada en las coordenadas UTM WGS84 17S 760456.00 m E, 9288006.00 m S del distrito de Conchán y el agregado grueso de la cantera Choctapata ubicada en las coordenadas 764576.02 m E, 9275198.87 m S del distrito de Chota.

Ensayos de agregados

Los ensayos físicos y mecánicos a los agregados naturales de la cantera Conchán y de la cantera Choctapata se realizaron conforme a las normas técnicas peruanas

(NTP) en el laboratorio de mecánica de materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota. Los ensayos realizados fueron NTP 400.012 (INACAL, 2021) análisis granulométrico, NTP 400.018 (INACAL, 2020) materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200, NTP 339.185 (INACAL, 2021) contenido de humedad, NTP 400.017 (INACAL, 2020) peso unitario, NTP 400.022 (INACAL, 2021) peso específico y absorción del agregado fino, NTP 400.021 (INACAL, 2020) peso específico y absorción del agregado grueso y NTP 400.019 (INACAL, 2020) abrasión de Los Ángeles al agregado grueso.

Los agregados utilizados cumplen parcialmente con la NTP 400.037 (INACAL, 2021). El agregado fino de la cantera Conchán tiene módulo de finura de 3.1, en el límite superior permitido, adecuado para concreto poroso, pero con una ligera deficiencia en el tamiz #8 (Figura 2). El agregado grueso de la cantera Choctapata cumple con el requisito de abrasión, pero presenta deficiencias en los tamices 1" y 3/4" del huso 56 (Figura 2).

En Tabla 2 se resumen las propiedades físicas y mecánicas de los agregados usados.

Tabla 2. Propiedades físico-mecánicas de los agregados utilizados en el estudio.

Propiedades físico-mecánicas	Agregado fino	Agregado grueso
Cantera	Conchán	Choctapata
Tamaño máximo nominal (TMN)		1 ½"
Módulo de finura (MF)	3.1	
Humedad (%)	2.78	1.14
Absorción (%)	2.12	0.84
Peso específico de masa (g/cm ³)	2.52	2.780
Peso específico SSS (g/cm ³)	2.57	2.850
Peso específico aparente (g/cm ³)	2.66	2.890
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1586.59	1519.71
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1496.2	1488.53
Abrasión (%)		26.07

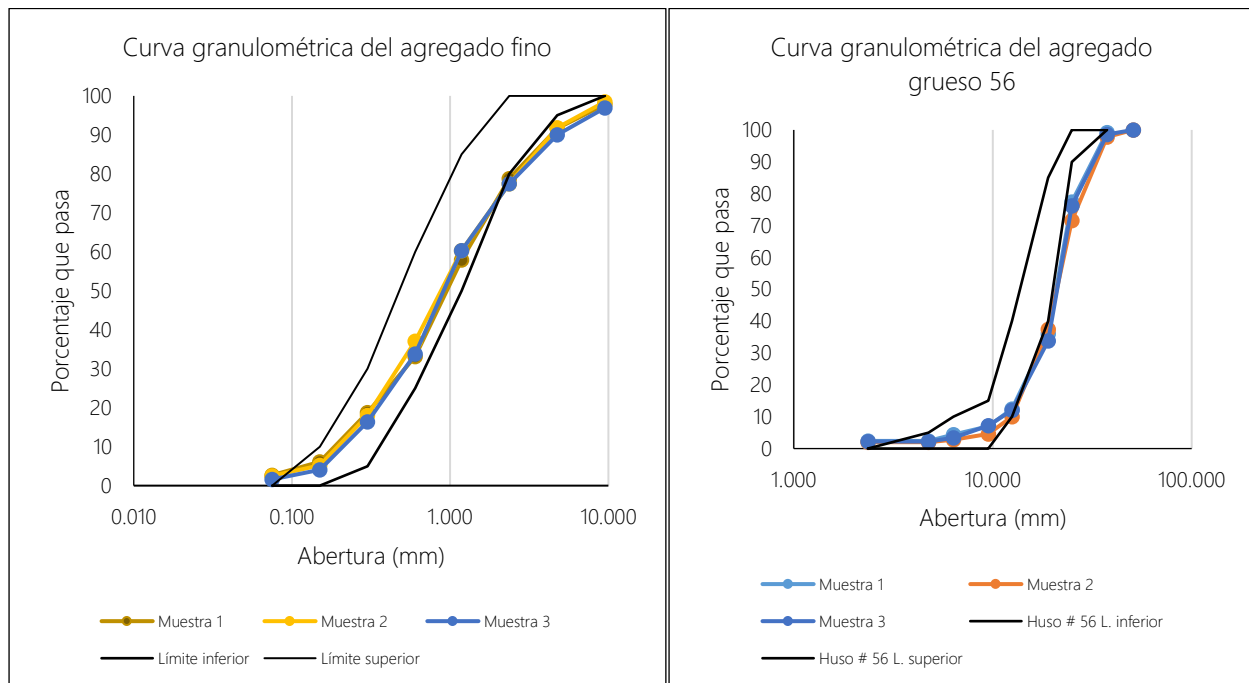


Figura 2. Verificación del huso granulométrico del agregado fino de la cantera Conchán y agregado grueso de la cantera Choctapata.

Diseño de mezclas de concreto poroso

Para el diseño de mezclas del concreto poroso se siguió los lineamientos de la norma ACI-522R-10 & ACI 211.3R-02, definiendo 05 dosificaciones de mezcla con diferente contenido de vacíos (15%, 18% y

20%), para la mezcla ligeramente compactada, se usó cemento Portland tipo I de la marca Pacasmayo, agregado fino de la cantera Conchán (al 0%, 8%, 10% y 15%), agregado grueso de la cantera Choctapata, aditivo plastificante Sika CEM Plastificante y

agua potable de la Universidad Nacional Autónoma de Chota. Las características de

los materiales descritos se presentan en Tabla 3.

Tabla 3. Características físicas de los materiales usados en diseño de mezclas.

Materiales	Cantera	Peso Específico	PUS (kg/m ³)	PUC (kg/m ³)	Absorción (%)	MF	Humedad (%)
Cemento tipo I	Pacasmayo	3080					
Agua	Laboratorio	1000					
Arena	Conchán	2520	1496.2	1586.9	2.12	3.2	2.78
Piedra Huso N° 67	Choctapata	2780	1488.53	1519.71	0.84	4.3	1.14
Sika CEM Plastificante	Sika	1200					

Elección de la filtración: Tr de 20 años con intensidades de 56.18 mm/h para 60 minutos.

Relación agua-cemento (a/c): Se emplearon relaciones a/c entre 0.28 y 0.35, dentro del rango recomendado por ACI 522 (0.26–0.45).

Contenido de vacíos de diseño: Como se muestra en Figura 3, se definieron tres niveles de vacíos (15%, 18%, 20%).

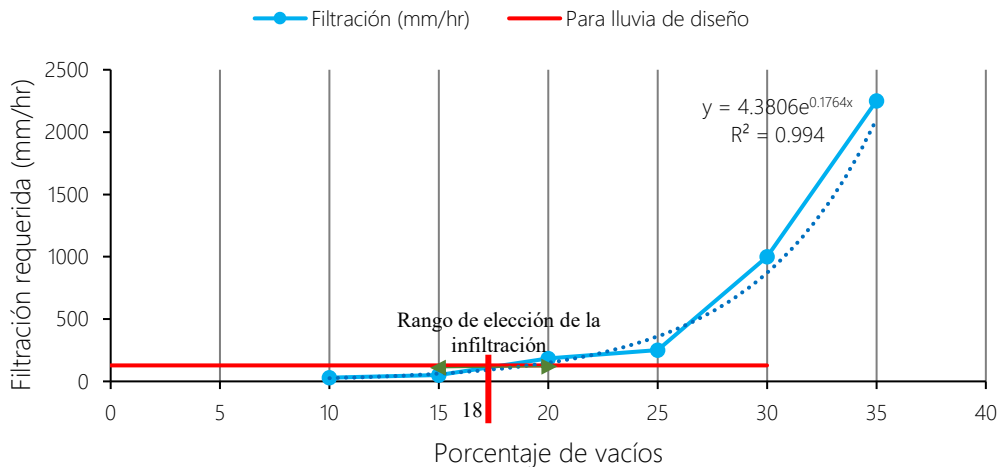


Figura 3. Determinación del contenido de vacíos por filtración requerida de lluvia de diseño
Nota: (ACI 522R-10, 2011).

Calidad de concreto f'_c de diseño según nivel de compactación y 18% vacíos se fijó en 210 kg/cm² como se aprecia en Figura 4.

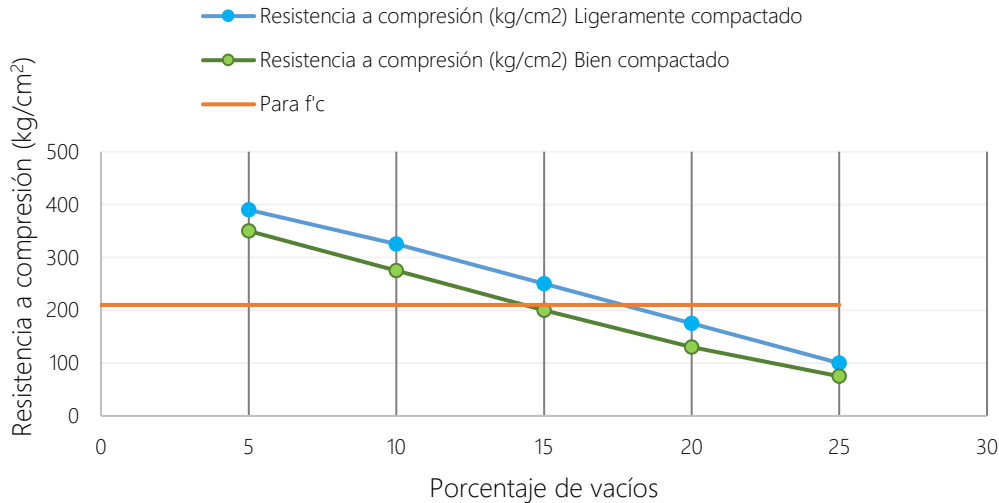


Figura 4. Resistencia a compresión según porcentaje de vacíos y condiciones de compactación
Nota: (ACI 522R-10, 2011).

Contenido de pasta: Se calculó en función del agua y cemento utilizados, con contenido de pasta de 0.23 a 0.28 según el diseño (D1 a D5).

$$Vp = \frac{c}{PEc} + \frac{a}{PEa} \quad (1)$$

$$a = c \times a/c \quad (2)$$

$$Ad = \frac{c}{42.5} \times 500 \quad (3)$$

Donde, vp volumen de la pasta, c contenido de cemento en kg, PEc peso específico de cemento, PEa peso específico del agua, a contenido de agua en litros definido a partir de la relación a/c, Ad volumen de aditivo en ml.

Contenido de agregado grueso: Se estimó usando la relación b/bo, que depende del módulo de finura del agregado fino y el tamaño máximo nominal del grueso.

$$\text{Peso A. G.} = \frac{b}{bo} \times \text{Peso PUC} \quad (4)$$

Entonces b/bo es la relación entre el MF de la arena y el TMN de la grava.

Contenido de agregado fino: Solo se aplicó cuando el diseño incluyó agregado fino, calculando su volumen por diferencia

respecto al volumen total del concreto, restando los volúmenes de cemento, agua, vacíos y agregado grueso.

Corrección por humedad de los agregados: Se aplicó el factor de corrección multiplicando el peso seco de los agregados por (1 + contenido de humedad), para obtener el peso en estado húmedo.

Aporte de agua a la mezcla: Se consideró el aporte adicional de agua de los agregados, calculado como la diferencia entre su contenido de humedad y su absorción.

Proporción de materiales en peso: Se expresaron las proporciones de agregado fino, grueso, agua y cemento en función del peso del cemento, facilitando el diseño por unidad de mezcla.

Determinación del rendimiento de la mezcla: El rendimiento se calculó dividiendo el peso total de materiales entre el peso unitario del concreto fresco, considerando todos los volúmenes absolutos de sus componentes.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Total de material}}{\text{Peso unitario}} \quad (5)$$

$$\text{Peso unitario} = \frac{(\text{Peso del recipiente+concreto})-\text{Peso del recipiente}}{\text{Volumen de recipiente}} \quad (6)$$

Donde, total de material es el peso total de la sumatoria de los materiales utilizados, mientras que, el peso unitario es el valor

definido en laboratorio del ensayo en estado fresco del concreto.

$$\text{Vol. cemento} = \frac{\text{Cemento kg}}{\text{Peso específico cemento}} \quad (7)$$

$$\text{Vol. agua} = \frac{\text{Agua diseño}+\text{Ap.humedad AG}+\text{Ap.humedad AF}}{1000} \quad (8)$$

$$\text{Vol. de agregado} = \frac{\text{AG}+\text{Ap.humedad AG}+\text{Ap.humedad AG}}{\text{Peso específico del agregado}} \quad (9)$$

$$\text{Total de volumen absoluto} = \sum \text{volúmenes absolutos} \quad (10)$$

$$\text{Porcentaje de vacíos final} = \frac{\text{Rendimiento}-\sum \text{Volúmenes absolutos}}{\text{Rendimiento}} \times 100 \quad (11)$$

Ensayos en el concreto fresco

En el laboratorio de mecánica de materiales de la UNACH se realizaron los ensayos al concreto poroso fresco de acuerdo a la NTP 339.035 (INACAL, 2020) slump, NTP 339.046 (INACAL, 2019) contenido de aire, NTP 339.046 (INACAL, 2019) peso unitario, y NTP 339.184 (INACAL, 2021) temperatura de la mezcla.

Elaboración y curado de concreto poroso

Los especímenes de concreto poroso se fabricaron en el campus Colpamatará de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, utilizando cemento Portland tipo I, agregado grueso de la cantera Choctapata, arena de la cantera Conchán y agua potable, según las dosificaciones D1 a D5 y conforme a la NTP 339.183 (INACAL, 2021). Se elaboraron 45 probetas cilíndricas para ensayos de compresión a 7, 14 y 28 días, 15 probetas prismáticas para ensayos de flexión a 28 días y 15 probetas cilíndricas

pequeñas para ensayos de permeabilidad. Tras 24 horas, las probetas fueron desmoldadas y curadas en el laboratorio de mecánica de materiales de la UNACH, siguiendo normas técnicas. Luego del curado, se trasladaron cuidadosamente al laboratorio CIEXLIAN para realizar los ensayos mecánicos, siguiendo las recomendaciones del ACI 522R-10.

Ensayos en concreto poroso endurecido

En laboratorio CIEXLIAN de la ciudad de Chota se realizaron: ensayo de resistencia a la compresión de acuerdo con la NTP 339.034 (INACAL, 2021) y ensayo de resistencia a la flexión de acuerdo a la NTP 339.079 (INACAL, 2023). El ensayo de permeabilidad de acuerdo con la norma ACI 522R-10 se realizó en el laboratorio de ensayo de materiales de la EPIC – UNACH. También se hizo simulación de lluvia como se aprecia en Figura 5.



Figura 5. Prueba de simulación de lluvia en especímenes de concreto poroso

Estudio de mecánica de suelos en el pasaje Teofilo Idrogo

Para el estudio de mecánica de suelos se excavó una calicata en las coordenadas UTM WGS84 17S 760957.76 m E, 9274958.07 m S, y se extrajo las muestras de suelo alteradas del perfil del talud por estrato (3 estratos) e inalteradas del fondo del talud, después se realizó los ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos de la EPIC – UNACH: NTP 339.128 (INACAL, 2019) análisis granulométrico, NTP 339.127

(INACAL, 2019) contenido de humedad, NTP 339.129 (INACAL, 2019) límite líquido y límite plástico, NTP 339.141 (INACAL, 2019) Proctor modificado, NTP 339.145 (INACAL, 2019) CBR de laboratorio; y ensayos hidráulicos in situ en campo en las coordenadas UTM WGS84 17S 760980.39 m E, 9274940.33 m S, tal como, el ensayo de infiltración del suelo por el método de Porchet de acuerdo a la NTP 339.147 (INACAL, 2019) como se observa en Figura 6.



Figura 6. Ensayo de permeabilidad por el método de Porchet

El análisis de los estratos E1, E2 y E3 permitió caracterizar sus propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas. E1 presenta alta plasticidad (IP = 44%) y contenido de grava, lo que lo hace expansivo y menos estable, mientras que E2 y E3, con menor plasticidad (IP = 33% y 24%), son más arenosos. Todos los suelos mostraron bajo soporte, con valores de CBR del 2.3% al 4%, lo que indica

la necesidad de estabilización para su uso en pavimentos. La densidad seca máxima fue de 1.823 g/cm^3 y la humedad óptima del 14.2%. El coeficiente de permeabilidad obtenido fue de 0.00084 cm/s (30.24 mm/h), valor que refleja drenaje moderado. En tabla 4 se presentan las propiedades del suelo encontradas.

Tabla 4. Propiedades físico-mecánicas del suelo del pasaje Teofilo Idrogo en Chota, Cajamarca.

Propiedades físico-mecánicas	Estratos		
	E1	E2	E3
Grava (%)	50.53	15.27	37.83
Arena (%)	47.88	80.97	61.24
Finos (%)	1.59	3.76	0.93
Humedad promedio (%)	42.5	42.5	42.5
Límite líquido (%)	75	65	42
Límite plástico (%)	31	32	18
Índice de plasticidad (%)	44	33	24
Clasificación SUCS	GP	SP	SP
Clasificación AASHTO	A-2-7 (1)	A-2-7 (1)	A-2-7(1)
Densidad máxima seca (g/cm^3)			1.823
Humedad óptima (%)			14.2
CBR al 100% de MDS (%)			4.00

CBR al 95% de MDS (%)	2.3
Permeabilidad del suelo K (cm/s)	0.00084
Permeabilidad del suelo K (mm/h)	30.240

Estudio hidrológico

Se basó en datos pluviométricos de la estación Chota (coordenadas UTM WGS84 17S 760025.00 m E, 9275705.00 m S, a 2442 msnm l) dados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) con periodo de 43 años como se muestra en Figura 7, identificando 1998 como el año más lluvioso (74.3 mm en 24 h). Se aplicó factor de corrección de 1.13 (OMM) y se descartaron valores atípicos con la metodología del Water Resources Council. El análisis estadístico, mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov, determinó que la distribución Log-Pearson tipo III era la más

adecuada para modelar las precipitaciones. Con este modelo se calcularon precipitaciones para diversos periodos de retorno, para Tr de 20 años 94.54 mm. Se usó el método de Dyck y Peschke para construir las curvas IDF con duraciones de 20, 30 y 60 minutos, siendo esta última la elegida como duración representativa de tormenta (Tabla 5), según las recomendaciones de Palomino (2023). Por tanto, el Tr que se ha tomado en cuenta para el estudio, corresponde a 20 años para 1 hora 56.18 mm/hr.

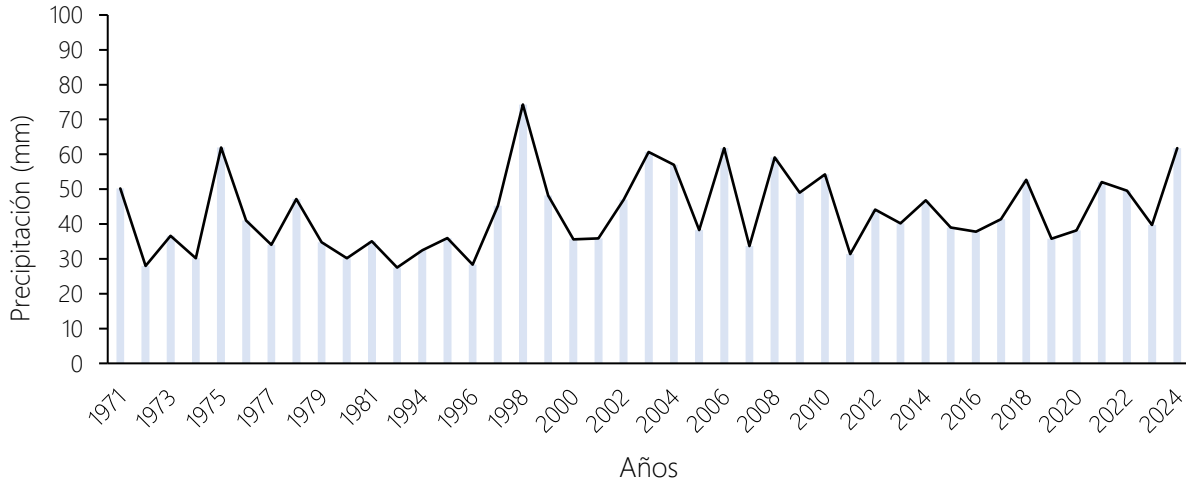


Figura 7. Precipitación pluvial máxima 24 horas en periodo (1971-2024) en la Estación Chota, Cajamarca.

Tabla 5. Intensidades máximas de precipitación para diferentes tiempos de retorno

TR (AÑOS)		Imáx (mm/hr)		
N°	TR(años)	20.00 min	30.00 min	60.00 min
1	2	74.52	54.98	32.69
2	5	92.44	68.20	40.55

3	10	108.80	80.27	47.73
4	20	128.07	94.49	56.18
5	30	140.88	103.94	61.80
6	50	158.87	117.21	69.69
8	100	187.00	137.97	82.04

Mejoramiento de la subrasante

Debido a que, el CBR del suelo natural en el pasaje Teofilo Idrogo es 4.00%, se ha realizado su mejoramiento para que, sea como mínimo 6%, de acuerdo con el MTC (2014) y el ACI 522R-10 (2010). Siendo así, se

utilizaron las ecuaciones de Guzmán & Patiño (2018) para convertir el CBR a módulo de reacción de la subrasante y luego se realizó el incremento del mismo utilizando 20 cm de over, alcanzando CBR de 7.4%.

$$K = 46 + 9.08 (\log CBR)^{4.34}, \text{ si } CBR > 10 \quad (12)$$

$$K = 2.55 + 52.5 \log(CBR), \text{ si } CBR \leq 10\% \quad (13)$$

$$K = 2.55 + 52.5 \log(4) = 34.16 \frac{MPa}{m} = 3.42 \text{ kg/cm}^3 \quad (14)$$

$$K1 = 46 + 9.08 (\log 100)^{4.34} = 229.89 \frac{MPa}{m} = 23.04 \text{ kg/cm}^3 \quad (15)$$

Donde, K es el módulo de reacción del suelo, CBR la capacidad de soporte.

$$Kc = [1 + (h/38)^2 \times (K1/Ko)^{2/3}]^{0.5} \times Ko \quad (16)$$

Donde, K1, Kc y Ko coeficiente de reacción de subbase granular, combinado y de la subrasante, h espesor del mejoramiento con Over.

Considerando espesor de mejoramiento con Over de 20 cm, se tendría un módulo de reacción combinado de:

$$Kc = [1 + (20/38)^2 \times (23.04/3.42)^{2/3}]^{0.5} \times 3.42 \quad (17)$$

$$Kc = 4.82 \text{ kg/cm}^3 \quad (18)$$

Como se ha mejorado el CBR para alcanzar al menos el 6%.

$$CBR = 10^{(4.82 - 2.55/52.5)} = 7.40\% \quad (19)$$

Diseño del pavimento poroso

Se tomaron como base la norma CE.010 (MVCS, 2010), y se adaptó el método AASHTO-93 complementado con la metodología chilena detallada por Trujillo & Quiroz (2013), especializada en pavimentos permeables.

Selección de la resistencia a compresión del concreto poroso. Se eligió resistencia a compresión de 210 kg/cm², superior al mínimo de 175 kg/cm² exigido por CE.010 para veredas y ciclovías

Parámetros de diseño. Se diseñó una vía peatonal urbana con periodo de diseño de 20 años, f'c de 210 kg/cm², CBR de

subrasante mejorada de 7.4%, y CBR de base granular de 80%. Se consideró over de 20 cm y vehículo de diseño C2, debido al estacionamiento eventual.

Tránsito vehicular. Aunque la vía es peatonal, se contempló tránsito ligero con carga estimada de 16,659 ESAL, correspondiente a tráfico tipo TP1 (bajo volumen), considerando estacionamiento de hasta 20 vehículos menores y un camión C2.

Clima e información hidrológica. Se calcularon intensidades de lluvia máximas

para periodo de retorno de 20 años, obteniendo 56.18 mm/h (60 min).

Diseño del paquete estructural según AASHTO-93. Se aplicó la fórmula de AASHTO-93 para calcular el espesor de losa, considerando coeficiente de drenaje (Cd) de 1.10, confiabilidad de 70%, desviación estándar (So) de 0.35, y módulo de reacción del suelo (K) de 58.6 MPa. La resistencia a flexo-tracción fue de 3.55 MPa y el módulo de elasticidad del concreto 21,457 MPa. Se estimó espesor de losa de 10 cm.

$$\text{Log}W_{8.2} = Z_R S_o + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \log \left[\frac{M_r C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0.25}} \right]} \right] \quad (20)$$

Donde W8.2 es el número estimado de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas a lo largo del periodo de diseño, ZR es la desviación normal estándar, So es el error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento, D es el espesor del pavimento de concreto (mm), ΔPSI es la diferencia entre los índices de servicio inicial y final, Pt es el índice de serviciabilidad o servicio final, Mr es la resistencia media del concreto (en MPa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz), Cd es el coeficiente de drenaje, J es el coeficiente de transmisión de carga en las juntas, Ec es el

módulo de elasticidad del concreto, en MPa, y K es el módulo de reacción, dado en MPa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

Determinación del espesor de base según metodología de Chile. Se aplicó la fórmula de volumen afluente e infiltrado, obteniendo volumen de almacenamiento requerido de 65.08 m³. Con porosidad del material de base de 0.60, se determinó espesor de base granular de 30 cm. El tiempo de vaciado fue de 7.94 h, cumpliendo con el límite de 48 h según Trujillo & Quiroz.

Volumen afluente acumulado

$$Vafl(d) = 1.25(0.001 \times C \times Id \times A \times d) \quad (21)$$

Donde, C coeficiente de escorrentía en este caso 0.80 de acuerdo al manual en estudio porque se trata de viviendas techadas mixtas con concreto y otras con techo de

calamina, A área total aportante, Id intensidad de lluvia de periodo de retorno y duración d, d tiempo de lluvia (horas).

$$V_{afl}(d) = 1.25(0.001 \times 0.8 \times 56.18 \times 1304.20 \times 1) = 73.27 \text{ m}^3 \quad (22)$$

Volumen infiltrado acumulado

$$V_{inf}(d) = 0.001(f \times C_s \times A_{pav} \times d) \quad (23)$$

Donde, f capacidad de infiltración del suelo, A_{pav} área del pavimento poroso, d tiempo acumulado de lluvia, C_s coeficiente de seguridad.

$$V_{inf}(d) = 0.001(30.28 \times 0.75 \times 360.77 \times 1) = 8.19 \text{ m}^3 \quad (24)$$

Volumen de almacenamiento

$$V_{alm} = V_{afl}(d) - V_{inf}(d) \quad (25)$$

$$V_{alm} = 73.27 - 8.19 = 65.08 \text{ m}^3 \quad (26)$$

Espesor necesario de base granular

$$e = \frac{V_{alm}}{n \times A_{pav}} \quad (27)$$

Donde, n es la porosidad de la base granular considerada como 0.60, A_{pav} área pavimentada.

$$e = \frac{65.08}{0.60 \times 360.77} = 0.30 \text{ m} \quad (28)$$

Tiempo máximo de vaciado

$$tm = \frac{n \times e}{C_s \times f} \quad (29)$$

Donde, e es el espesor de la base granular, f tasa de infiltración del suelo, C_s coeficiente

de seguridad adaptado, n porosidad de la base de relleno.

$$tm = \frac{0.60 \times 300.64}{0.75 \times 30.28} = 7.94 \text{ h} \quad (30)$$

Espesor del pavimento permeable según metodología de Chile. Utilizando regla de tres compuesta y considerando CBR de 7.4% y tránsito de 1.66 EAL, se estimó

espesor mínimo de losa de 8 cm. Sin embargo, se adoptó el espesor mayor determinado por AASHTO (10 cm) como se muestra en Tabla 6.

Tabla 6. Datos para iterar y determinar el espesor de la losa de concreto poroso

EAL	CBR	Espesor de losa (mm)
5	7.5	229
1.66	7.4	x= 77.06

$$\frac{229}{x} = \frac{7.4}{7.5} \times \frac{5}{1.66} \quad (31)$$

$$x = 77.06 \text{ mm} \cong 80 \text{ mm} \quad (32)$$

Análisis de datos

En este estudio, el análisis de datos realizado fue de carácter descriptivo con el fin de verificar si el sistema diseñado cuenta

con la capacidad suficiente para evacuar el volumen de agua generado por eventos de lluvia.

$$tm = \frac{n \times e}{Cs \times f} \quad (33)$$

Donde, e es el espesor de la base granular, f tasa de infiltración del suelo, Cs coeficiente

de seguridad adaptado, n porosidad de la base de relleno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dosificación para la preparación de concreto poroso

Tabla 7. Dosificaciones de concreto poroso elaborado con arena fina de la cantera Conchán y agregado grueso de la cantera Choctapata

Consideraciones de Diseño			Resultados de Diseños					
Diseño	Relación a/c	Contenido de Vacíos (%)	Agregado Fino (%)	Cemento (kg/m ³)	Ag. Fino (kg/m ³)	Ag. Grueso (kg/m ³)	Agua (l/m ³)	Aditivo (ml/m ³)
D1	0.30	18.00	10.00	432.22	107.77	1429.44	121.88	5084.99
D2	0.30	20.00	8.00	368.19	142.58	1447.89	103.47	4331.66
D3	0.28	15.00	15.00	463.06	202.04	1383.33	122.31	5447.75
D4	0.33	20.00	Sin Finos	366.59	No aplica	1521.66	112.87	4312.87
D5	0.35	20.00	Sin Finos	355.73	No aplica	1521.66	116.50	4185.02

En el análisis de las dosificaciones del concreto poroso con resistencia de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se observaron variaciones en la relación agua/cemento, el contenido de vacíos y la proporción de agregado fino, siguiendo las recomendaciones de la ACI 522R-10. La relación a/c fluctuó entre 0.28 y 0.35, dentro del rango sugerido por dicha norma (0.26–0.45).

Estos resultados, son similares a los reportados por Molina et al. (2024), quienes

determinaron que una relación baja favorece la permeabilidad y una alta mejora la resistencia. De otro lado, El contenido de vacíos varió entre 15% y 20%, evidenciando que D3 (15%) logró mayor compactación y resistencia, no obstante, D2, D4 y D5 (20%) mostraron mejor drenaje; este comportamiento es coherente con lo encontrado por Pomalaza (2021) y Arcos (2022), quienes identificaron una relación inversa entre vacíos y resistencia mecánica.

Respecto al agregado fino, su presencia aumentó la densidad y compactación del concreto, tal como señalaron Pomalaza (2021) y Arrieta & Lozada (2024), quienes concluyeron que su inclusión mejora el desempeño estructural, sin embargo, su ausencia favorece la filtración. En el uso de aditivos plastificantes, D3, con mayor cantidad (5447.75 ml/m³), mostró mejor trabajabilidad sin aumentar el agua, en línea con Ayala (2024), quien destacó que aditivos como la microsílíce pueden aumentar la resistencia sin afectar la permeabilidad. El contenido de cemento osciló entre 355.73 kg/m³ (D5) y 463.06 kg/m³ (D3), superando este último el límite sugerido por Benites (2013) de 415 kg/m³, quien señaló que los efectos económicos y

estructurales de un exceso de cemento; por lado, D1 y D2 se mantuvieron dentro del rango recomendado, de acuerdo con lo señalado por Castro et al. (2024), quienes lograron buen desempeño con una proporción 1:4 de cemento y grava, y relación a/c de 0.30.

Las 05 dosificaciones de trabajo se muestran en Tabla 7.

Propiedades de las mezclas de concreto poroso

El análisis de las mezclas de concreto poroso en estado fresco permitió evaluar su comportamiento en función de la relación a/c, contenido de vacíos, agregado fino y otros parámetros físicos, cada diseño de mezcla (D1 a D5) muestra variaciones en sus propiedades en estado fresco (Tabla 8).

Tabla 8. Propiedades del concreto poroso en estado fresco de acuerdo con el diseño.

Consideraciones de Diseño		Propiedades Físicas del Concreto en Estado Fresco							
Diseño	Relación a/c	Contenido de Vacíos (%)	Agregado Fino (%)	Contenido de Vacíos por Variación de Volúmenes (%)	Contenido de Aire por Método de Presión (%)	Asentamiento o Slump	Temperatura (°C)	Peso Unitario (kg/m ³)	
D1	0.30	18.00	10.00	11.06	15.45	0.00	17.60	2261.88	
D2	0.30	20.00	8.00	17.04	16.80	0.00	18.40	2128.32	
D3	0.28	15.00	15.00	19.22	14.50	0.00	17.60	2053.64	
D4	0.33	20.00	Sin Finos	18.05	17.40	0.00	17.20	2096.73	
D5	0.35	20.00	Sin Finos	15.60	16.80	0.00	18.00	2151.30	

El peso unitario de las mezclas permitió evaluar la compactación en estado fresco, siendo D1 la más densa (2261.88 kg/m³), seguida por D5 y D2, entre tanto, D3 presentó la menor densidad (2053.64 kg/m³), lo que indica mayor porosidad. Estos resultados coinciden con Molina et al.

(2024), quienes señalaron que un mayor contenido de agua disminuye la densidad y resistencia del concreto poroso, ahora bien una dosificación controlada mejora la compacidad.

En cuanto al contenido de aire, este varió entre 14.5% (D3) y 17.4% (D4), confirmando

que las mezclas sin agregado fino tienen mayor porosidad. D1 y D2 mostraron un equilibrio adecuado entre resistencia y permeabilidad. Este comportamiento respalda lo planteado por Barua e Islam (2024), quienes indicaron que porosidades mayores al 8.3% reducen la resistencia a compresión, pero incrementan la capacidad de infiltración, resaltando la necesidad de balancear estos factores en el diseño del concreto poroso.

Propiedades del concreto poroso

El análisis del concreto poroso en estado endurecido permite evaluar su desempeño en términos de resistencia a compresión, resistencia a flexión y permeabilidad, parámetros fundamentales para su aplicación en pavimentos permeables. A partir de los resultados obtenidos en la tabla, se identifican variaciones entre los diseños de mezcla D1 a D5, las cuales están directamente relacionadas con la relación agua/cemento (a/c), el contenido de vacíos y la presencia de agregado fino (Tabla 9).

Tabla 9. Propiedades del concreto poroso endurecido de acuerdo con el diseño de mezcla

Consideraciones de Diseño				Propiedades Mecánicas		Propiedad Hidráulica	
Diseño	Relación a/c	Contenido de Vacíos (%)	Agregado Fino (%)	Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Coeficiente de Permeabilidad (cm/s)	
D1	0.30	18.00	10.00	219.49	52.22	0.20	
D2	0.30	20.00	8.00	210.09	43.10	0.21	
D3	0.28	15.00	15.00	225.59	57.08	0.19	
D4	0.33	20.00	Sin Finos	203.89	44.88	0.22	
D5	0.35	20.00	Sin Finos	207.18	47.20	0.21	

El análisis del concreto poroso con agregados de Conchán y Choctapata evidenció que la resistencia mecánica y la permeabilidad varían según la relación agua/cemento, el contenido de vacíos y la presencia de agregado fino. D3 presentó la mayor resistencia a compresión (225.59 kg/cm²) y flexión (57.08 kg/cm²), seguido de D1, que mostró un mejor equilibrio estructural e hidráulico (219.49 kg/cm², 52.22 kg/cm² y 0.20 cm/s), Resultados similares fueron determinados por Molina et al. (2024), quienes reportaron que una menor relación a/c mejora la resistencia, en el mismo sentido, Palomino (2023) y Díaz

(2022), observaron desempeños similares con vacíos entre 15% y 18%. Arcos (2022) y Pomalaza (2021) también respaldan que, la presencia de agregado fino incrementa la resistencia flexional, de otro lado, Barua e Islam (2024) y Matthew et al. (2024) advierten que altos niveles de porosidad aumentan la permeabilidad, pero reducen significativamente la resistencia. Asimismo, Arrieta & Lozada (2024) destacaron que las mezclas sin finos ofrecen mayor filtración, aunque a costa del desempeño estructural. En ese sentido, aunque D4 y D5 registraron mayor permeabilidad (0.22 y 0.21 cm/s), no cumplieron con la resistencia mínima

requerida (210 kg/cm²). Por tanto, D1 se considera la mezcla más adecuada para pavimentos permeables en Chota, al garantizar un balance óptimo entre resistencia y capacidad de infiltración.

El diseño y construcción de pavimentos permeables se presenta como una solución efectiva para mejorar la gestión del agua pluvial y la transitabilidad urbana. En esta investigación, se desarrolló un pavimento rígido con concreto poroso para la ciudad de Chota, considerando parámetros de resistencia, infiltración y estabilidad estructural, con base en la guía ACI 325.12R-02. Se definió una losa de 10 cm de concreto

poroso, una base granular de 30 cm y una capa de mejoramiento (over) de 20 cm. La verificación demostró que la capacidad de infiltración del concreto es superior a la intensidad de lluvia de diseño (56.18 mm/h), aunque el suelo presenta una menor capacidad (30.28 mm/h), por lo que el agua se almacena temporalmente en la base granular, vaciándose en un tiempo aceptable de 8 horas. Tras evaluar cinco diseños de mezcla, se seleccionó el diseño D1 por su mayor resistencia a compresión (219.49 kg/cm²) y buen desempeño mecánico e hidráulico (Tabla 10 y Figura 8).

Tabla 10. Espesores preliminares del pavimento poroso

Capas del pavimento	Espesores definidos por AASHTO 93	Espesores definidos por la metodología de Chile	Espesor electo
Losa de pavimento permeable	10 cm	8 cm	10 cm
Base granular (grava de ¾")	15 cm	30 cm	30 cm
Mejoramiento con over	20 cm	20 cm	20 cm

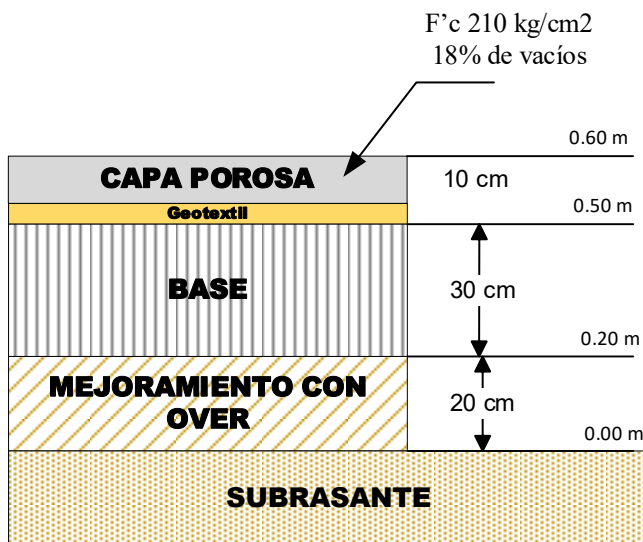


Figura 8. Estructura Final de pavimento peatonal pasaje Teófilo Idrogo

Una vez definidos los espesores preliminares del pavimento poroso, se realizó la verificación de infiltración para comprobar que el sistema pueda evacuar el agua de lluvia a través de sus capas. Los resultados mostraron que la infiltración de la losa de concreto poroso (más de 6900 mm/h en todos los diseños) supera ampliamente la intensidad de la lluvia de diseño (56.18 mm/h), lo que garantiza una adecuada evacuación del agua. Sin embargo, la capacidad de infiltración del

suelo (30.28 mm/h) es menor, lo que genera acumulación temporal en la base granular. Por ello, se evaluó el tiempo máximo de vaciado, el cual, con espesor de base de 30 cm, resultó ser de 7.94 horas, cumpliendo con el límite internacional de 48 horas establecido por Trujillo & Quiroz (2013), por lo que no fue necesario modificar los espesores ni incorporar sistemas de drenaje adicionales tal como se presenta en Tabla 11.

Tabla 11. Comparación entre filtración de pavimento poroso, intensidad de lluvia e infiltración del suelo

Diseño de mezcla	D1	D2	D3
Infiltración de la losa de pavimento permeable (mm/hr)	7183.26	7622.46	6928.47
Intensidad de la lluvia de diseño (mm/hr)	56.18	56.18	56.18
Infiltración del suelo (mm/hr)	30.28	30.28	30.28

$$tm = \frac{n \times e}{Cs \times f} \quad (34)$$

Donde, e es el espesor de la base granular, f tasa de infiltración del suelo, Cs coeficiente de seguridad adaptado, n porosidad de la base de relleno.

$$tm = \frac{0.60 \times 300.64}{0.75 \times 30.28} = 7.94 \text{ h} \quad (35)$$

En Figura 9 se presenta sección definitiva del diseño del pavimento peatonal del pasaje Teofilo Idrogo.

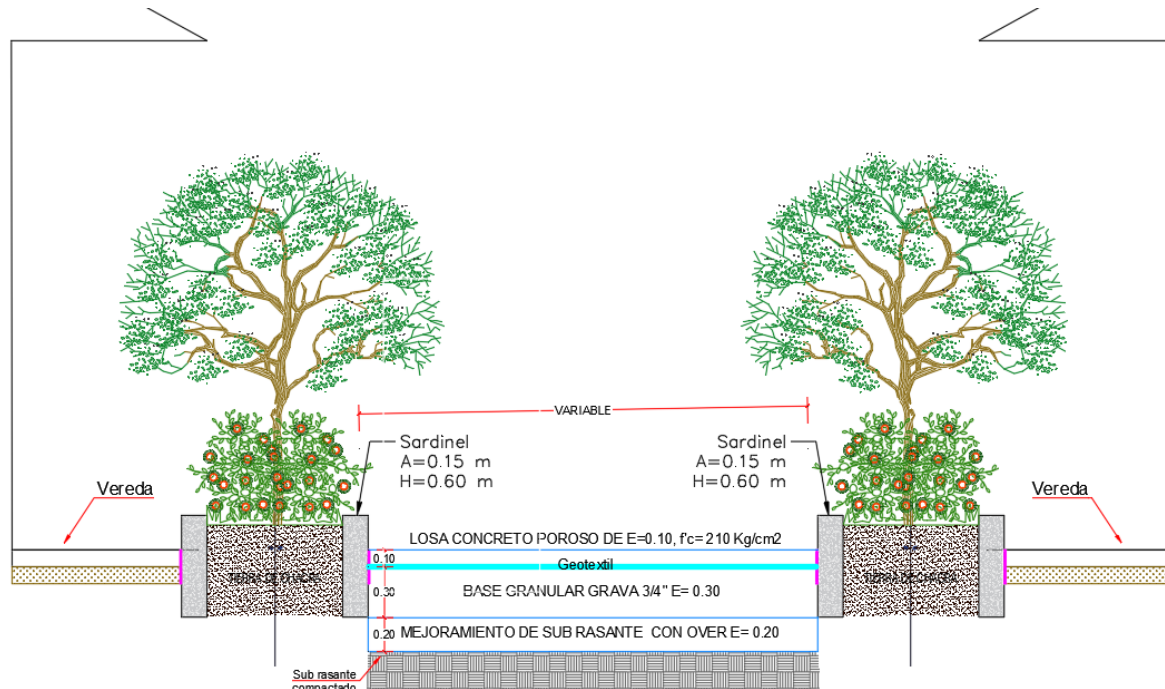


Figura 9. Sección transversal de pavimento permeable propuesta para el pasaje Teofilo Idrogo

Este diseño demostró un balance eficaz, ya que la infiltración de la losa (0.2 cm/s o 7183.26 mm/h) superó ampliamente la intensidad de lluvia de diseño (56.18 mm/h), mientras que el tiempo de vaciado fue de solo 8 horas, cumpliendo con los límites internacionales, como lo indican Molina et al. (2024) y Barua & Islam (2024). La permeabilidad obtenida es coherente con estudios previos. Pomalaza (2021) y Díaz (2022), reportaron coeficientes entre 0.17 y 0.23 cm/s para condiciones similares. D1 fue seleccionada como la mezcla óptima por su equilibrio entre resistencia (219.49 kg/cm²) y permeabilidad (0.2 cm/s), a diferencia de D3, que, aunque más resistente, tuvo menor capacidad de drenaje, lo cual concuerda con las observaciones de Pomalaza (2021) y Zhang et al. (2024) sobre la importancia de balancear resistencia y capacidad de infiltración. Además, la relación a/c de 0.30 y el 18% de vacíos empleados en D1 fueron

validados por Arrieta & Lozada (2024), quienes obtuvieron resultados similares. Este diseño no solo es funcional y estructuralmente estable, sino que se alinea con lo reportado por Palomino (2023) en Andahuaylas y Pomalaza (2021) en Huancayo, reforzando su aplicabilidad en entornos urbanos con demandas similares. Finalmente, el sistema propuesto representa una solución sostenible y eficiente para la gestión del agua pluvial y la durabilidad del pavimento peatonal, en línea con los beneficios identificados por Yasar et al. (2024) en cuanto a permeabilidad, resistencia media y contribución ambiental.

CONCLUSIONES

- La verificación hidráulica demostró que el sistema permite una infiltración superior a la lluvia de diseño y cumple con el tiempo de

vaciado requerido (7.94 h < 48 h), garantizando funcionalidad estructural e hidráulica en el pasaje Teófilo Idrogode de la Ciudad de Chota, en Cajamarca.

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

Ab Latif, A., Putrajaya, R., & Ing, D. S. (2023). A Review of Porous Concrete Pavement: Compressive Strength and Clogging Investigation. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 29(3), 128-138. doi:<https://doi.org/10.37934/araset.29.3.128138>

ACI 522R-10. (2011). *Report on Pervious Concrete*. Obtenido de <https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=52210&Format=PRO>

ACI Committee 522. (3 de enero de 2010). 522R-10: Report on Pervious Concrete. *American Concrete Institute (ACI)*, pág. 38 pp. Obtenido de <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal/m/details/id/51663557>

América Noticias. (05 de octubre de 2022). Cajamarca: Lluvias inundan calles y hospital en Chota. *América Noticias*. Obtenido de

<https://www.americatv.com.pe/noticias/actualidad/cajamarca-lluvias-inundan-calles-y-hospital-chota-n462129>

Arcos, C. C. (2022). *Concreto permeable para el control de aguas pluviales en vías urbanas en la ciudad de Abancay, 2019*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. Obtenido de https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1080/T_710.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Arora, M., Chopra, I., Nguyen, M. H., Fernando, P., Burns, M. J., & Fletcher, T. D. (2023). Flood Mitigation Performance of Permeable Pavements in an Urbanised Catchment in Melbourne, Australia (Elizabeth Street Catchment): Case Study. *Water*, 15(3), 562-570. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitoten.v.2023.167196>

Arrieta, J. F., & Lozada, A. K. (2024). *Diseño de un poroso concreto para la captación del agua a través de un sistema de drenaje pluvial Piura 2024*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/156933>

Ayala, J. M. (2024). *Evaluación de la resistencia de un concreto permeable aplicando microsíllice como aditivo según la norma ACI 522-R10*. [Tesis de grado, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/8007>

- Barua, G., & Islam, G. S. (2024). Low tortuous permeable concrete pavement material: A new approach to improve physical properties. *Cleaner Engineering and Technology*, 20(1), 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.clet.2024.100750>
- Benites, J. (2013). *Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera rio Jequetepeque y el aditivo chemaplast*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/522>
- Castro, A. S., Morais, H. C., Peixoto, A. D., Fonseca, A. A., & Souza, A. P. (2024). A utilização estratégica de blocos modulares de concreto permeáveis em vias municipais. *PESQUISA & EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA*, 2(32), 1-31. Obtenido de <http://www.revista.universo.edu.br/index.php?journal=2013EAD1&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=15366>
- Díaz, O. V. (2022). *Evaluación de las propiedades físico – mecánicas del concreto poroso utilizando piedra chancada y arena gruesa, Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. Obtenido de <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/17>
- Guzmán, N. J., & Patiño, L. F. (2018). *Estimación del módulo de reacción combinado para diferentes estructuras de subbase de pavimento rígido*. [Tesis de grado, Universidad Santo Tomás de Bogotá D.C.].
- INACAL. (06 de diciembre de 2019). NTP 339.046 CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 3a Ed. Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2019). NTP 339.127 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Ed. Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2019). NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Ed. Instituto Nacional de Calidad (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. Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2019). NTP 339.141. SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada ($2\ 700\ \text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ ($56\ 000\ \text{pie}\cdot\text{lb}/\text{pie}^3$)). 1ª Ed. Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2019). NTP 339.145. SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Ed. Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

- INACAL. (24 de octubre de 2019). NTP 339.147 SUELOS. Método de ensayo de permeabilidad de suelos granulares (carga constante). 1ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (marzo de 24 de 2020). NTP 339.035 CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo. 5ª 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. (07 de diciembre de 2020). NTP 400.018 AGREGADOS. Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (No. 200) por lavado en agregados. Método de ensayo. 4ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (26 de noviembre de 2020). NTP 400.019 AGREGADOS. Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Método de ensayo. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (01 de enero de 2020). NTP 400.021 AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo. *Instituto Nacional de Calidad*.
- INACAL. (15 de noviembre de 2021). NTP 339.034 CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. 5ª Ed. *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. (15 de noviembre de 2021). NTP 339.184 CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo. 3ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (15 de noviembre de 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. (15 de noviembre de 2021). NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo. 4ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- INACAL. (15 de noviembre de 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 Calidad (INACAL)*.

- INACAL. (03 de julio de 2023). NTP 339.079 CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. 4ª Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- Kabir, T. (2023). *Development of Porous Rubber Pavement for the Canadian Climate*. [Thesis requirement for the degree of doctor of philosophy, University of Waterloo]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10012/19268>
- Kia, A. (2023). Permeable concrete pavements for a climate change resilient built environment. *Adapting the Built Environment for Climate Change*, 1(1), 297-326. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95336-8.00006-8>
- Lopez, M. E., Huaraca, R., Cahuana, R., Machaca, J. C., Cuaquera, M. M., Mendoza, J., . . . Flores, N. F. (2023). Caso de estudio de gestión sustentable y control administrativo integral de pavimentos asfálticos, Perú. *International Conference on Sustainable Future and Environmental Science*, 1236(2023), 1-8. doi:[doi:10.1088/1755-1315/1236/1/012001](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1236/1/012001)
- Madrazo-Uribeetxebarria, E., Antín, M. G., Eguilegor, G. A., & Andrés-Doménech, I. (2023). Analysis of the hydraulic performance of permeable pavements on a layer-by-layer basis. *Construction and Building Materials*, 387, 131-137. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuil-dmat.2023.131587>
- Matthew, D., Hadiwardoyo, S. P., Iduwin, T., & Lumingkewas, R. H. (2024). Water Absorption Rate in Porous Concrete Paving Block as a Permeable Pavement Structure. *E3S Web of Conferences*, 517(1), 1-10. doi:<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451712003>
- Molina, M., Reyes, J., Naspud, P., & Illescas, P. (2024). Análisis de las propiedades mecánicas y de filtración del hormigón poroso al modificar la relación agua/cemento. *Green World Journal*, 7(1), 103. doi:<https://doi.org/10.53313/gwj71107>
- MPCH. (2018). *Plan de desarrollo urbano PDU Chota 2017-2027*. Municipalidad Provincial de Chota (MPCH).
- MTC. (2014). *Manual de carreteras suelos, geología, geotécnia y pavimentos sección suelos y pavimentos*. Obtenido de www.mtc.gob.pe
- MVCS. (2010). Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. En C. y. Ministerio de Vivienda, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo2/05_CE/Pavimentos_Urbanos.pdf). Instituto Nacional de Gerencia (ICG).
- NRMCA. (2020). *El concreto en la práctica, Qué por qué y cómo? CIP 16 - Resistencia a flexión del concreto*. National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA). Obtenido de <https://www.nrmca.org/wp->

- content/uploads/2020/04/CIP16es.pdf
- Palomino, K. (2023). *Evaluación de la eficiencia del pavimento poroso como alternativa para la permeabilización de aguas pluviales en la sexta cuadra del jr. Manco Cápac, distrito de San Jerónimo, Andahuaylas 2021*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Continental]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/13721>
- Pomalaza, Á. F. (2021). *Aplicación de pavimentos de concreto poroso como alternativa de control de la acumulación de precipitaciones pluviales en la provincia de Huancayo en el año 2017*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Continental]. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9778/4/IV_FIN_105_TE_Pomalaza_Guillermo_2021.pdf
- Puspitasari, S. D., Elvirandra, L., Yulistian, M. B., Ningtyas, R. A., Harahap, S., Handayani, O. T., & Astuti, P. (2023). Application of permeable pavement in urban roads as an alternative flooding reduction in Jakarta. *AIP Conference Proceedings*, 2846(1), 1-10. doi:<https://doi.org/10.1063/5.0154274>
- Raimondi, A., Marrazzo, G., Sanfilippo, U., & Becciu, G. (2023). A probabilistic approach to stormwater runoff control through permeable pavements beneath urban trees. *Science of the Total Environment*, 905(1), 167-196. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167196>
- Rao, Y., Yang, T., Chen, H., Wu, Y., Li, H., & Wang, H. (2023). Comparison of gravimetric methods to measure regional porosity distribution in porous concrete pavement. *Road Materials and Pavement Design*, 24(3), 866-879. doi:<https://doi.org/10.1080/14680629.2022.2029754>
- SENAMHI. (13 de noviembre de 2023). *Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional*. Obtenido de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI): <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Trujillo, A., & Quiroz, D. P. (2013). *Pavimentos porosos utilizados como sistemas alternativos al drenaje urbano*. Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11174/TrujilloLopezAlejandra2013.pdf>
- Trujillo, A., & Quiroz, D. P. (2013). *Pavimentos porosos utilizados como sistemas alternativos al drenaje urbano*. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11174/TrujilloLopezAlejandra2013.pdf>
- Yasar, M. S., Razin, M. M., & Chowdhury, F. (2024). Can porous pavement be a sustainable solution for the newly

extended part of Dhaka in terms of solving water logging issues and groundwater level reclamation? *7th International Conference on Civil Engineering for Sustainable Development (ICCESD 2024), Bangladesh, 1(1)*, 1-9. Obtenido de http://www.iccesd.com/proc_2024/Papers/246.pdf

Yglesias-González, M., Valdés-Velásquez, A., Hartinger, S. M., Takahashi, K., Salvatierra, G., Velarde, R., . . . Lescano, A. G. (2023). Reflections on the impact and response to the Peruvian 2017 Coastal El Niño event: Looking to the past to prepare for the future. *Plos one, 18(9)*, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290767>

Yu, F., Guo, J., Liu, J., Cai, H., & Huang, Y. (2023). A review of the pore structure of pervious concrete: Analyzing method, characterization parameters and the effect on performance. *Construction and Building Materials, 365(1)*, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129971>

Zhang, H., Li, B., Shi, J., Lu, Y., & Xu, P. (2024). Framework structure design based on porous permeable concrete material in expressway tunnel drainage system. *Desalination and Water Treatment, 317(1)*, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100308>

Contribución de autoría

1. Wilmer Marin Diaz Medina: Concepción y elaboración del manuscrito
2. Neiser Solano Linares: Concepción y elaboración del manuscrito.
3. Luis Fernando Romero Chuquilin: Análisis de datos.

Recibido: 13-11-2025 Aceptado: 29-12-2025 Publicado: 31-12-2025