

Evaluación del desempeño de los aditivos químicos Proes Tech en la estabilización suelo-cemento de la carretera Conchán, distrito de Chota, Cajamarca

Evaluation of the Performance of Proes Tech Chemical Additives in Soil-Cement Stabilization of the Conchán Road, Chota District, Cajamarca

  **Herlis Sergio Huallpa-Vargas¹**

  **Edgar Allcaco-Camposano¹**

  **Vladimir Tello-Torre¹**

  **Alfredo Torres-Garay¹**

  **José Alberto Cueva-Vargas¹**

¹Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.

*Correspondencia:

Herlis Sergio, Huallpa-Vargas

Fecha de recepción : 20/01/2025
Fecha de Revisión : 16/04/2025
Fecha de aceptación : 11/06/2025
Fecha de publicación : 18/08/2025

Como citar: Huallpa-Vargas, H.S., Allcaco-Camposano E., Tello-Torre, V., Torres-Garay A., Cueva-Vargas J.A. (2025). Evaluación del desempeño de los aditivos químicos Proes Tech en la estabilización suelo-cemento de la carretera Conchán, distrito de Chota, Cajamarca. *Revista de Investigación Científica de la UNF-Aypate*, 4(2), 15–26 <https://doi.org/10.57063/ricay.v4i2.160>.

RESUMEN

Este estudio aborda las deficiencias de las canteras de material granular utilizadas en la estabilización de carreteras, especialmente en su desempeño como capa portante. Se evaluaron los efectos de la incorporación de aditivos químicos sobre las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales en Conchán. Inicialmente, se determinaron las características naturales del material sin aditivos, obteniendo un CBR del 35%, un índice de plasticidad del 17 % y una clasificación de suelo GC (A-2-4), con un desgaste por abrasión de 32,82 %. Estos resultados no cumplían con los requisitos normativos, que exigen un CBR mínimo del 40 % y un índice de plasticidad entre 7 % y 9 %.

Ante ello, se incorporó un 2 % de cemento, lo que aumentó el CBR a 41 %. Posteriormente, se añadieron porcentajes de Proes (0,1 %, 0,2 % y 0,3 %), y se realizaron ensayos de resistencia a la compresión, humedecimiento, secado y desgaste. Los mejores resultados se obtuvieron con 0,2 % y 0,3 % de aditivo químico, alcanzando un CBR de 58 % y 64 %, respectivamente. Así, se determinó que la dosificación óptima para mejorar el material es 2 % de cemento y 0,2 % de aditivo químico, cumpliendo con los requisitos normativos.

Palabras clave: Aditivo Proes, Estabilizados, Cemento, Suelo, California Bearing Ratio (CBR).

ABSTRACT

This study addresses the deficiencies of granular materials used for road stabilization, particularly in their performance as a bearing layer. The effects of incorporating chemical additives on the physical, chemical, and mechanical properties of the materials in Conchán were evaluated. Initially, the natural characteristics of the material without additives were determined, obtaining a CBR of 35 %, a plasticity index of 17 %, and a soil classification of GC (A-2-4), with an abrasion wear of 32,82 %. These results did not meet the regulatory requirements, which demand a minimum CBR of 40 % and a plasticity index between 7 % and 9 %.

In response, 2 % cement was added, increasing the CBR to 41%. Subsequently, different percentages of Proes (0,1 %, 0,2 %, and 0,3 %) were added, and tests for compression strength, moisture and drying, and wear were conducted. The best results were obtained with 0,2 % and 0,3 % Proes, achieving CBR values of 58 % and 64 %, respectively. Therefore, the optimal dosage to improve the material was determined to be 2 % cement and 0,2% Proes, meeting the regulatory requirements.

Keywords: Proes additive, Stabilized, Cement, Soil, California Bearing Ratio (CBR).

1. INTRODUCCIÓN

Las infraestructuras viales son fundamentales para el desarrollo y crecimiento económico de cualquier nación, ya que constituyen la principal vía de transporte para personas y carga. La calidad de la red de carreteras influye directamente en los costos de transporte: cuando las vías se encuentran en buen estado, los costos operativos disminuyen, mientras que, en carreteras deterioradas o con desvíos constantes, los costos aumentan significativamente. En el contexto peruano, donde las condiciones de las infraestructuras viales varían considerablemente, las deficiencias en el estado de las carreteras generan un impacto negativo tanto en la economía como en la movilidad (Rivera, 2015).

Las carreteras actúan como una red vital que conecta diversas regiones y ciudades, siendo esencial que su estructura de pavimento sea capaz de resistir los efectos de las variaciones climáticas y las cargas

de tráfico. Para garantizar una mayor durabilidad y reducir los costos de mantenimiento, es crucial utilizar materiales resistentes que permitan una fácil conservación, a diferencia de aquellos pavimentos construidos sobre subrasantes débiles, que requieren intervenciones más frecuentes y costosas (Carranza & Fernández, 2018).

En el caso de suelos con características mecánicas deficientes para soportar la estructura del pavimento, es necesario implementar técnicas de mejora que aumenten su capacidad de soporte y resistencia. Recientemente, se han utilizado tecnologías basadas en aditivos como los aceites sulfonados, que promueven un incremento en las propiedades mecánicas del suelo, garantizando una mayor durabilidad y estabilidad de las carreteras. Estos aditivos se emplean en proporciones

específicas, determinadas mediante estudios previos del suelo (Reátegui, 2018).

Un ejemplo de esta aplicación es el estudio realizado en el tramo Chiriaco-Mesones Muro, ubicado en la provincia de Bagua, donde se aplicó el aditivo Proes Tech para optimizar la capacidad de soporte de la subrasante. Los resultados obtenidos mostraron que la dosificación más eficiente fue de 0,26 litros por metro cúbico, en combinación con 50 kg/m³ de cemento, lo que permitió optimizar las propiedades del suelo en la subrasante (Yaun, 2023).

En este marco, el propósito de esta investigación es evaluar la efectividad del aditivo Proes Tech en la optimización de las propiedades del suelo natural extraído de la cantera Cruz Conga, localizada en la carretera Conchán, distrito de Chota, en la región de Cajamarca. A través de una dosificación controlada, se busca determinar si la adición de Proes Tech en porcentajes de 0,1%; 0,2% y 0,3% (en unidades de litros por metro cúbico) junto con un 2% de cemento puede optimizar las características físicas y mecánicas del material, incrementando su capacidad de soporte y resistencia. Los resultados obtenidos permitirán establecer una dosificación óptima para garantizar el mejor desempeño del material en la estabilización de la subrasante.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Muestra y reactivos

El enfoque metodológico del estudio de investigación es de tipo aplicativa y el nivel

de alcance es explicativo. Se usaron las Normas Técnicas Peruanas (NTP) las técnicas generales para la construcción de carreteras EG-2013 y la EM-2016 y las especificaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), para su comparación en el estudio del presente trabajo. Se extrajeron materiales de la cantera Cruz Conga, ubicada en el distrito de Conchán, y se realizaron ensayos preliminares para evaluar sus propiedades, incluyendo contenido de humedad, índice plástico, capacidad de soporte (CBR), densidad óptima de compactación (Proctor modificado), resistencia al desgaste (abrasión de Los Ángeles) y clasificación del suelo según SUCS y ASTM. Estos ensayos permitirán obtener una caracterización detallada del material y establecer una base para las pruebas de mejora con aditivos químicos.

2.2. Métodos

Los estudios fueron realizados siguiendo la NTP las técnicas generales para la construcción de carreteras EG-2013 y la EM-2016 y las especificaciones de la MTC, Se emplearon materiales provenientes de la cantera Cruz Conga, ubicada en Conchán. Para su aprobación, se llevaron a cabo ensayos preliminares, incluyendo la determinación del contenido de humedad, grado de plasticidad, ensayo CBR, Proctor modificado, prueba de abrasión de Los Ángeles y clasificación de suelos. Posteriormente, se evaluaron la dosificación de suelo-cemento con porcentajes de 1,5 %; 1,7 %; 1,9 %; 2 % y 2,5 %

de cemento, realizando ensayos de CBR durante 11 días (4 días al aire y 7 días sumergidos en agua). También se prepararon briquetas de 3 kg, curadas en bolsa hermética durante 7 días y luego sometidas a pruebas de resistencia. Con los resultados obtenidos, se determinó que el 2 % de cemento fue el más efectivo. Además, se evaluó un aditivo Proes Tech, un aceite sulfonado, que requiere precauciones por su alta toxicidad y corrosividad.

2.3 Preparación de la muestra

2.3.1 Prueba de Proctor Modificado

La prueba de Proctor modificado se emplea para analizar la relación entre la densidad seca y el contenido de humedad del material suelo-cemento con el aditivo químico, lo que posibilita determinar la cantidad óptima de agua requerida para lograr la máxima densidad sin provocar saturación o segregación. Con este dato, se calcula también el porcentaje adecuado de aditivo químico a emplear.

2.3.1.1 Procedimiento:

Primero, el material de la cantera debe secarse completamente. Luego, se tamizaron 30 kg de material con un tamiz de $\frac{3}{4}$ " y se divide en 4 bandejas de 6 kg cada una. A cada bandeja se añadieron 20 mL de agua, que se mezcla uniformemente. El material se compacta en un molde Proctor en 5 capas, registrando el peso tras retirar el collarín. Posteriormente, se extrajeron una pequeña muestra del material compactado para medir su humedad natural. Este proceso se repite,

incrementando 20 ml de agua en cada bandeja. Con los resultados de las 5 muestras, se determinaron la cantidad de agua y aditivo químico adecuados para la mezcla.

2.3.2 Ensayo de índice de Capacidad de Soporte de California (CBR)

La prueba de CBR se realizaron siguiendo los parámetros establecidos por el estudio de Proctor, ya que la densidad seca, la cantidad de agua y el aditivo utilizado en el Proctor son factores determinantes para este análisis.

2.3.2.1 Procedimiento:

Se prepararon los moldes de CBR, colocando primero la base, luego el collarín, un disco espaciador y un papel filtro. Posteriormente, se prepararon la muestra utilizando 18 kg de material de cantera, dividido en tres porciones de 6 kg cada una, tamizadas a través de un tamiz de $\frac{3}{4}$ ". A esta muestra se le añadieron el cemento, agua y aditivo Químico previamente calculados, y se mezclaron homogéneamente.

Una vez mezclada, se prepararon tres moldes de CBR. En el primero, se compactó en 5 capas, con 12 golpes por capa en la primera, 25 en la segunda y 56 en la tercera. Después de retirar el collarín, se coloca un papel filtro y se mide la expansión del molde utilizando un trípode de expansión.

El molde se ha curado durante 7 días al aire y 4 días sumergido en agua. Después de 11 días, se llevaron a cabo la prueba de penetración utilizando la prensa de CBR para medir la resistencia del material. Los

resultados obtenidos se registran y detallan en el formato correspondiente.

2.3.3 Ensayo de Resistencia a la compresión

Este ensayo proporcionará resultados fundamentales para determinar el uso adecuado del aditivo químico, así como su comportamiento frente a la resistencia a la fractura.

2.3.3.1 Procedimiento:

En primer lugar, se emplearán 7 moldes de 4 pulgadas, los cuales deben ser preparados de manera limpia y adecuadamente ajustados. Posteriormente, se procedió a preparar la muestra, para lo cual se requirieron 7 bandejas con 3 kilos de material de cantera, pasado por la malla $\frac{3}{4}$. Este material se mezclará homogéneamente con el porcentaje de cemento previamente determinado y el porcentaje de aditivo a evaluar. Una vez realizado la mezcla, la muestra estará lista para la preparación. El procedimiento de compactación consistirá en aplicar 3 capas utilizando un pisón de 10 libras, realizando 56 golpes por capa con caída libre. Los 7 moldes se nivelarán con una regla, y luego se extraerán los especímenes mediante el equipo extractor correspondiente. Cada espécimen se almacenará en una bolsa hermética durante un periodo de curado de 7 días. Una vez cumplido este tiempo, los especímenes se dejarán al aire durante 2 horas para su acondicionamiento. A continuación, se llevará a cabo el ensayo de compresión, en el cual los 7

especímenes serán sometidos a la prensa de compresión. Cada uno de ellos deberá resistir la carga de prensa, cuya capacidad de deformación dependerá de su resistencia. Para asegurar el cumplimiento de los estándares, cada espécimen debe soportar al menos 18 kilos por centímetro cuadrado, según lo estipulado por la norma. Los resultados obtenidos permitirán determinar si el porcentaje de aditivo químico es aprobado (Manual de Ensayo de Materiales, 2016).

2.3.4 Ensayo de humedecimiento y secado

Este ensayo proporcionará información sobre la carga máxima que un espécimen puede soportar bajo condiciones de alta temperatura y saturación. Además, evaluará su resistencia al desgaste, lo cual constituye el criterio óptimo que debe cumplir cada espécimen.

2.3.4.1 Procedimiento:

Los especímenes se realizaron de acuerdo con el protocolo descrito en el ensayo precedente. Después de 7 días de curado en la bolsa hermética, se sumergieron durante 5 horas. Posteriormente, se pesaron y se midió el volumen, el diámetro y la altura. A continuación, los especímenes se colocaron en una estufa a una temperatura de entre 71 °C y 73 °C durante 42 horas, simulando un ciclo térmico. Luego, el primer espécimen se sometió a dos pasadas con un cepillo de alambre, aplicando una presión de 3 libras o 3 N, y se vuelve a pesar y medir su diámetro y altura. Se observa si hay desgaste o pérdida de material. Si no se presenta desgaste significativo, el proceso

continuara durante 12 ciclos adicionales, lo que implica que no debe haber un desgaste superficial considerable del volumen en este período. Los resultados obtenidos se registran y se analizan en el formato correspondiente para su posterior cálculo (Manual de Ensayo de Materiales, 2016).

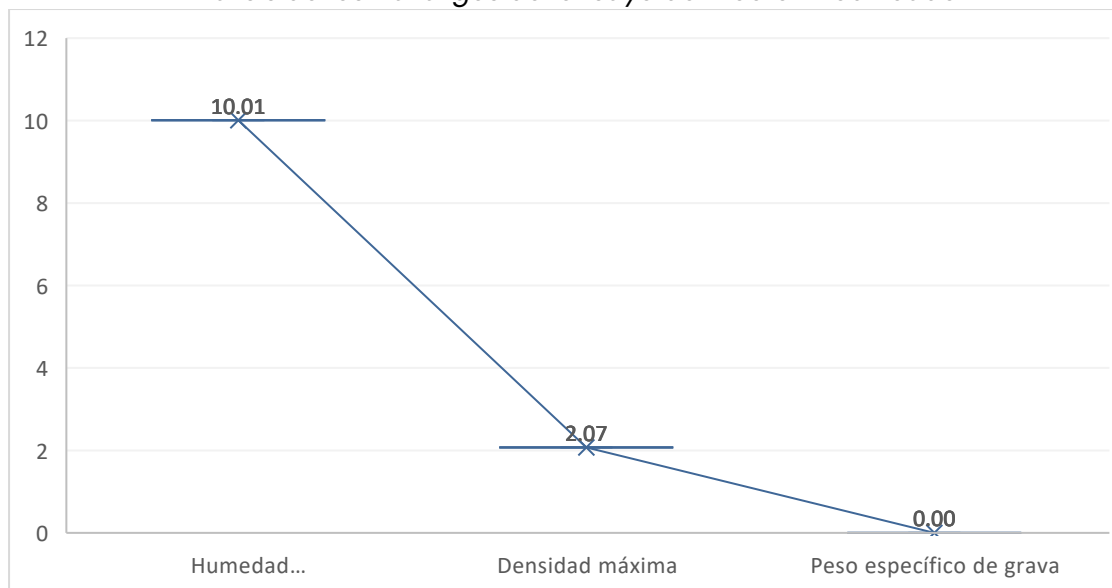
3. RESULTADOS

3.1 Evaluación de los datos derivados del ensayo de Proctor Modificado

Para la evaluación del aditivo Químico, se considerará su naturaleza corrosiva y su potencial impacto adverso en la salud humana, según lo indicado en su ficha técnica. Por este motivo, se trabajó con concentraciones mínimas de 0,1 %, 0,2 % y 0,3 %.

Figura 1

Análisis de los hallazgos del ensayo de Proctor Modificado



Como se observa en la figura, el ensayo Proctor indica que el material será trabajado basado en un contenido de humedad óptimo del 10,01 %. Esto implica la adición de 100 mL de agua por cada 6 kg de material. Bajo estas condiciones, se alcanzará una densidad máxima de 2,071 g/cm³, lo que permitirá lograr un

porcentaje de compactación superior al 95 %, cumpliendo así con los requisitos establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP) como la EG-2013 y EM-2016.

3.2 Estudio de los resultados del ensayo de relación de compactación de California (CBR)

Tabla 1

Evaluación del Índice de soporte de California (CBR)

Resultados de ensayo del índice de Soporte de California (CBR)

% de aditivo químico (%)	95 % de la densidad máx. alcanzada	100 % de la densidad máx. alcanzada
	Seca	seca
0,1 %	41 %	49 %
0,2 %	45 %	58 %
0,3 %	48 %	64 %

El valor mínimo obtenido fue del 40 %, expresado en función de L/m^3 . Al analizar los resultados para los tres porcentajes evaluados, se observó que todos superan este umbral, lo que indica que el aditivo contribuye a incrementar la capacidad portante de la subrasante. En ausencia del aditivo, la capacidad de soporte alcanzaba un valor de 35 % a una densidad seca del 100 %. Sin embargo, con la adición del aditivo del 0,2 % y 0,3 % sucesivamente, este valor se incrementó a 58 % y a 64 % aplicando el 100 % de la densidad máxima seca. Esto indica que el aditivo incrementa

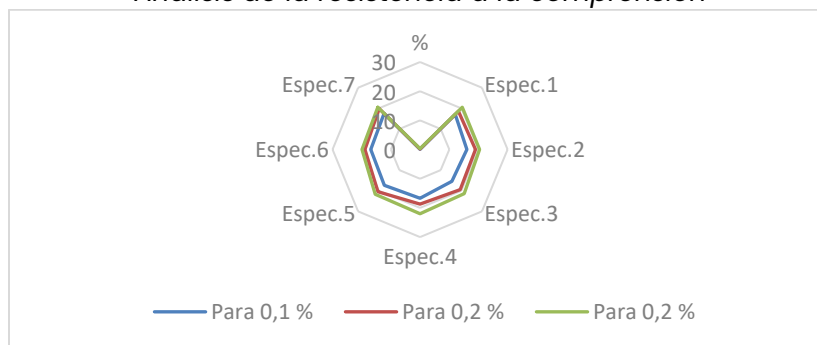
de manera notable la capacidad portante del material. A partir de estos resultados, se infiere que los demás ensayos también podrían reflejar una mayor eficiencia, por lo que se procedió a evaluar cuál de los porcentajes empleados resulta más adecuado para su aplicación.

Estudio de las propiedades mecánicas en cuanto a la resistencia compresiva.

De manera similar, la evaluación se realiza considerando los mismos porcentajes:

Figura 2

Análisis de la resistencia a la compresión



Nota. Estos especímenes son resultados de roturas en la prensa.

Según la normativa, el valor mínimo de resistencia requerido es de 18 kPa. Al analizar los resultados, se observa que en el primer porcentaje evaluado ninguna de las muestras alcanza este umbral, por lo que se descarta su uso en esa proporción. En contraste, las concentraciones de 0,2 % y 0,3 % superan el valor mínimo exigido, lo que indica que podrían ser viables para su aplicación. No obstante, se deberá esperar la conclusión del ensayo de

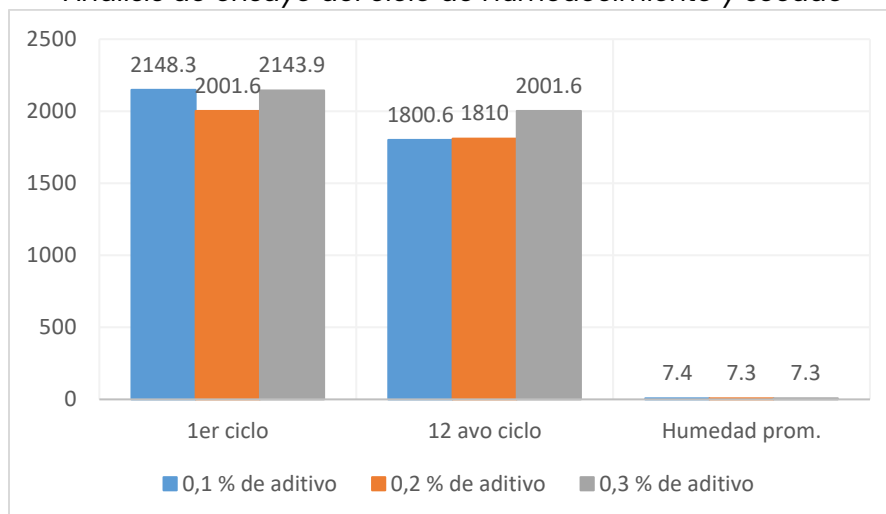
humedecimiento y secado para confirmar su comportamiento final.

3.4 Estudio de los efectos del ciclo de humedecimiento y secado sobre las muestras.

La interpretación de esta figura se centra en el desgaste registrado durante el último ciclo, lo cual permitió evaluar la resistencia del material al proceso de humedecimiento y secado.

Figura 3

Análisis de ensayo del ciclo de Humedecimiento y secado



Nota. Los resultados indican la pérdida de peso tras el proceso de hornado e inmersión

Es importante destacar que la normativa establece un límite máximo de desgaste del 14 %. En este ensayo, se observa que el valor obtenido supera este límite en un 0,1 %, lo que lleva a descartar dicho resultado. Sin embargo, se denota que con un 0,2 % de desgaste es posible alcanzar un resultado favorable, y aún mejor con un 0,3

%, el cual se encuentra significativamente por debajo del valor máximo permitido. Esto indica que los valores óptimos para la dosificación del aditivo Químico se sitúan en el rango de 0,2 % a 0,3 %, siendo este último el más eficiente.

4. DISCUSIÓN

4.1 Proctor modificado

A partir de los datos recopilados durante la realización del ensayo de Proctor, se determinaron que la humedad óptima para trabajar con el material es de 10,01%. Esto implica que se debe añadir 100 ml de agua por cada 6 kg de material, lo que garantiza que el material alcance una densidad máxima de 2,071 g/cm³. Este valor es crucial, ya que, al alcanzar esta densidad, el porcentaje de compactación será superior al 95 %, lo cual cumple con las especificaciones definidas en la Norma Técnica Peruana (NTP) como la EG-2013 y la EM-2016.

El ensayo de Proctor es fundamental en la preparación de materiales suelo-cemento, ya que proporcionará la cantidad óptima de agua necesaria para asegurar que el material no se sature, evitando problemas como la segregación del material. De esta manera, se garantiza que el suelo-cemento tenga las propiedades físicas adecuadas para los ensayos subsiguientes, como el CBR, lo que permite evaluar su resistencia y desempeño a largo plazo en condiciones de uso real. Además, trabajar con una humedad controlada no solo mejora la calidad del material, sino que también facilita el control de los procesos de construcción, al asegurar que el material tendrá un comportamiento adecuado frente a las condiciones climáticas y de carga

durante su vida útil. En este sentido, el ensayo de Proctor juega un papel clave en el diseño y la ejecución de proyectos de infraestructura, permitiendo optimizar el uso de los recursos y asegurar la durabilidad de las estructuras.

La adecuada identificación de la humedad óptima y la densidad máxima a través del ensayo Proctor, estableció la base para asegurar que el material suelo-cemento cumpla con los estándares de calidad exigidos, y que el proceso de compactación se realice de manera eficiente y dentro de los parámetros técnicos establecidos.

4.2 Ensayo de CBR

Los resultados del ensayo muestran que, inicialmente, el material sin aditivo alcanzaba solo un 35 % de carga de soporte al 100 % de máxima densidad seca, por debajo del mínimo requerido del 40%. Sin embargo, al incorporar aditivos en diferentes proporciones, se observó un aumento significativo en la carga de soporte, superando el mínimo en todos los casos, con incrementos del 58 % al 64 %. Esto sugiere que el aditivo mejora las propiedades mecánicas del material, favoreciendo su consolidación y resistencia bajo carga.

Este aumento en la carga de soporte es crucial, ya que mejora la capacidad del material para resistir cargas, lo que optimiza el comportamiento de la subrasante y puede contribuir a una mayor durabilidad y estabilidad de las infraestructuras. La mejora observada

en la carga de soporte también sugiere que otros ensayos, como los de compresión y resistencia, podrían mostrar resultados igualmente positivos.

A partir de estos resultados, podemos indicar que el aditivo químico tiene un impacto significativo en la mejora de las propiedades del suelo-cemento. Sin embargo, es necesario realizar más ensayos para determinar el porcentaje óptimo de aditivo y evaluar su efectividad a largo plazo, lo que permitirá optimizar la dosificación y mejorar la sostenibilidad del proyecto.

4.3 Resistencia a la compresión

Según los resultados obtenidos, la norma técnica exige una resistencia mínima de 18 kPa. En el primer porcentaje de aditivo probado, ninguna muestra alcanzó este valor mínimo, lo que implica que no es adecuado para cumplir con los requisitos normativos y, por lo tanto, se descarta su uso. En cambio, con los porcentajes de 0,2 % y 0,3 % de aditivo, las muestras superaron la resistencia mínima, lo que sugiere que estos porcentajes son viables para lograr las propiedades requeridas por la norma.

Aunque estos resultados iniciales son positivos, es fundamental esperar los resultados del ensayo de humedecimiento y secado. Este ensayo es crucial para evaluar la durabilidad del material bajo condiciones extremas de humedad, lo que determinará si los porcentajes de 0,2 % y 0,3 % de aditivo mantienen su resistencia a largo plazo.

Mientras que los porcentajes de 0,2 % y 0,3 % parecen ser adecuados para alcanzar la resistencia mínima, la confirmación final de su viabilidad dependerá de los resultados del ensayo de humedecimiento y secado, lo que garantizará la estabilidad y durabilidad del material en condiciones reales.

4.4 Ensayo humedecimiento y secado

El análisis de la figura 4 muestra los resultados de desgaste en el último ciclo, lo que permite evaluar la resistencia del material a condiciones de humedecimiento y secado. Según la norma, el desgaste máximo permitido es del 14%. En este caso, el porcentaje de 0,1% de aditivo supera este límite, lo que indica que este porcentaje no es adecuado para garantizar la durabilidad del material y, por lo tanto, se descarta su uso.

Por otro lado, los porcentajes de 0,2% y 0,3% de aditivo muestran resultados favorables, con el 0,2% alcanzando un buen desempeño y el 0,3% estando por debajo del valor máximo de desgaste permitido. Esto sugiere que ambos porcentajes son viables para garantizar una buena resistencia al desgaste, cumpliendo con los requisitos de durabilidad establecidos.

Por lo tanto, los valores óptimos para la dosificación del aditivo Proes Tech se encuentran en los rangos de 0,2% y 0,3%, lo que asegura un material duradero y conforme a las normativas de calidad.

5. CONCLUSIONES

Los ensayos de laboratorio evidencian una mejora significativa en las propiedades físicas, químicas y mecánicas del material al incorporar un 0,2 % de sustancia química añadida y un 2 % de cemento. Esta combinación permitió optimizar la capacidad de soporte de la subrasante, elevar la resistencia a la compresión y reducir de manera notable la presencia de partículas finas en el distrito de Conchán, situado en la provincia de Chota, dentro de la región de Cajamarca.

La clasificación de suelos nos indica que el material es una grava arcillosa (GC) según SUCS y una grava limo-arcillosa (A-2-4) según AASHTO. Al combinar este material con el aditivo Químico, se obtuvieron resultados positivos en términos de mejora de las propiedades mecánicas.

Tras evaluar los resultados, se determinó que la dosificación óptima es de 2 % de cemento y 0,2 litros de aditivo por metro cúbico de material de cantera. Este porcentaje mejora la carga de soporte medida por el CBR y cumple con los requisitos establecidos por la MTC.

Finalmente, los ensayos de resistencia a la compresión y humedecimiento y secado son fundamentales para validar la dosificación y evaluar el desempeño del material bajo condiciones de pavimentación, garantizando su durabilidad frente a la lluvia y el sol.

6. CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores manifiestan que la presente investigación se realizó sin la existencia de vínculos comerciales o financieros que pudieran representar un potencial conflicto de intereses.

7. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores participaron en la conceptualización, metodología, análisis formal, investigación, redacción – borrador original–, revisión y edición, y aprobaron la versión final del manuscrito. Se declara que todos contribuyeron de manera equitativa.

8. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Escuela Profesional de Ingeniería Química.

Así mismo, a la revista Aypate, y de manera muy especial a su Editor en Jefe y a su Comité Editorial, por la oportunidad brindada de difundir nuestros trabajos.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Society for Testing and Materials (ASTM). (2018). Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort. ASTM D1557-12. West Conshohocken, PA: ASTM International.



- Das, B. M., & Sobhan, K. (2013). Principles of geotechnical engineering (8th ed.). Cengage Learning.
- García, J. L., & Martínez, R. (2020). Estabilización de suelos con aditivos químicos para la construcción de carreteras. *Revista de Ingeniería Civil*, 45(3), 123–135.
<https://doi.org/10.xxxx/xxxxxx>
- Inglés, O. G., & Metcalf, J. B. (1972). Soil stabilization: Principles and practice. Butterworth-Heinemann.
- Proes Tech. (2021). Manual técnico de aditivos para estabilización de suelos. Proes Tech S.A.
- Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1996). Soil mechanics in engineering practice (3rd ed.). Wiley.
- Vidal, H. (1969). The principle of reinforced earth. *Highway Research Record*, 282, 1–16.
- Zumrawi, M. M. E., & Abdelmarouf, A. O. (2017). Stabilization of pavement subgrade soil using chemical additives. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 6(4), 1–8
- NeoSoilDust. (2014). Protocolo de aplicación de Neo Soil Dust.
- Proestech. (2015). Ficha técnica: Proes estabilización de suelos.
- Rivera, J. (2015, 5 de diciembre). La red vial es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de un país. (A. G. Boza, Entrevistador).
- Velásquez, C. (2018). Influencia del cemento Portland Tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la Avenida Dinamarca, sector La Molina, Cajamarca.
- Yaun, Y. (2023). Influencia del aditivo Proes en la capacidad de soporte para el mejoramiento de subrasante del tramo Chiriaco-Mesones Muro, provincia de Bagua, distrito de Imaza.
- Montalvo, I. (2022). Uso de aditivo químico de mezcla tibia para el mejoramiento del grado de compactación de carpetas modificadas con polímero. Universidad Ricardo Palma, Escuela de Posgrado. Lima, Perú.