

Categoría: Congreso Científico de la Fundación Salud, Ciencia y Tecnología 2023

ORIGINAL

Evaluation of the physical and chemical properties of cohesive soils for subgrade treatment

Evaluación de las propiedades físico químicas en suelos cohesivos para el tratamiento de la subrasante

Juan Elvis Hernandez Tocas¹, Paquita Jerany Mendoza Romero¹, Mario Pedro Rodríguez Vásquez¹, Wilfredo Gómez Quispe¹, Fabrizio Del Carpio Delgado¹

¹Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería Civil, Cajamarca, Perú.

Citar como: Hernandez Tocas JE, Mendoza Romero PJ, Rodríguez Vásquez MP, Gómez Quispe W, Del Carpio Delgado F. Evaluación de las propiedades físico químicas en suelos cohesivos para el tratamiento de la subrasante. Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias 2023; 2:468 <https://doi.org/10.56294/sctconf2023468>

Recibido: 08-06-2023

Revisado: 07-08-2023

Aceptado: 09-10-2023

Publicado: 10-10-2023

ABSTRACT

For soils in general, with a California Bearing Ratio of ≥ 6 % or less, they need a stabilizer that serves to improve or replace a material in a cohesive soil. The purpose of the research is to determine the influence of rubber on the soil at the Subgrade level, in percentages of 1 %, 3 % and 5 % respectively; this research has an experimental method, the samples were obtained from 03 calicatas , with a soil of silt-clay type material and ground rubber of dimensions (0,400 mm), the required tests were carried out to obtain its physical and chemical properties; as a result to obtain the bearing capacity of the soil according to ASTM 188, it was obtained that the capacity increased in small percentages, obtaining a maximum CBR of 2,04 %, which represents a challenge for the choice of the use to give to the soil, since its use would be restricted to temporary constructions or light loads.

Key words: Physical Properties; Chemical Properties; Cohesive Soils; Ground Rubber.

RESUMEN

Para suelos en general, con un Ratio de Rodamiento California de ≥ 6 % o menos, necesitan un estabilizador que sirva para mejorar o reemplazar un material en un suelo cohesivo. El propósito de la investigación es determinar la influencia del caucho en el suelo a nivel de Subrasante, en porcentajes del 1 %, 3 % y 5 % respectivamente; esta investigación tiene un método experimental, las muestras se obtuvieron de 03 calicatas , con un suelo de material tipo limo-arcilloso y caucho molido de dimensiones (0,400 mm), se realizaron las pruebas requeridas para obtener sus propiedades físicas y químicas; Como resultado para obtener la capacidad portante del suelo según ASTM 188, se obtuvo que la capacidad aumentó en pequeños porcentajes, obteniéndose un CBR máximo de 2,04 %, lo que representa un desafío para la elección del uso a dar al suelo, ya que su utilización estaría restringida a construcciones temporarias o cargas livianas.

Palabras clave: Propiedades Físicas; Propiedades Químicas; Suelos Cohesivos; Caucho Molido.

INTRODUCCIÓN

Se han intensificado los estudios de mejora de suelos con el fin de lograr su estabilización, especialmente debido a las malas propiedades mecánicas del suelo (Ray Harran, Dimitrios Terzis y Lyesse Laloui, 2023). Los suelos y pavimentos representan más del 80 % que dependen de la construcción civil, algunos de los problemas que influyen en el estado del suelo son técnicamente complicados, ya que depende de su composición física, química y mecánica. (Meiqi, Sivakumar y Kazunori, 2021).

Las carreteras, autopistas, caminos permiten el transporte, satisfaciendo las necesidades básicas desde una pequeña comunidad hasta un país entero, desarrolló este estudio en la provincia de Cajamarca; demostró que nuestras comunidades y zonas rurales no cuentan con una infraestructura vial completa, debido a que el suelo tiene una alta plasticidad, es arcilloso, brindando así una baja capacidad de carga, baja resistencia del suelo debido a sus propiedades físico-químicas propias de la naturaleza (Del Castillo y Orobí, 2020). Considerando que se han realizado muy pocos estudios en suelos arcillosos, se han realizado algunas investigaciones (Sáez, y et al, 2023).

Este escenario ha animado a los investigadores a ver la necesidad de buscar aditivos o materiales alternativos obtenidos a partir de materiales reciclados; para obtener subproductos utilizados en la industria que van a ser desechados (Aiban, 2020). Investigaciones anteriores determinaron la influencia de las fibras orientadas aleatoriamente en el comportamiento geotécnico de suelos granulares, evalúan el uso de materiales como desechos de caucho, desechos de botellas de plástico o fibra de polietileno para aumentar la resistencia del suelo (Aiban, 2020).

En la práctica de la construcción, el uso de fibras se considera una de las técnicas de pavimentación más rentables; proporciona fortaleza al suelo y al mismo tiempo evita la contaminación ambiental (Silvestri y Mija, 2018). Las fibras distribuidas aleatoriamente que actúan como un nuevo material de enmienda se han vuelto de mucho interés en comparación con los materiales de enmienda convencionales, la mezcla de fibras discretas con la masa de suelo es simple y bastante similar a otras mezclas como el cemento y la cal. (Bekhiyi y Trouzine, 2019).

Una de las principales ventajas de las fibras distribuidas aleatoriamente es la ausencia de posibles planos de debilidad que puedan desarrollarse en paralelo a la modificación orientada. Ha llamado la atención de investigadores a nivel mundial y se han realizado una serie de ensayos triaxiales, ensayos de resistencia del suelo, ensayos de carga de California y ensayos de corte directo (Bekhiyi y Trouzine, 2019).

La adhesión de pequeñas proporciones de caucho de neumáticos de desecho a la resistencia del suelo, el comportamiento de hinchazón y aumenta el contenido de fibra de caucho. Esta reducción es importante para suelos arcillosos con mayor potencial de hinchazón; las relaciones de compresión aumentan relativamente (Akbulut S, 2017).

La investigación busca el análisis de pruebas de laboratorio con caucho reciclado, este subproducto se obtiene de la trituración de pasto sintético de primer uso, aditivo cuya prioridad es brindar a los suelos estabilidad, resistencia y mejora de las propiedades físico-químicas del suelo. especialmente para suelos arcillosos, suelos cohesivos (Bibhakar y Kumar, 2020).

La capacidad de carga (CBR) de un suelo cohesivo aumenta a medida que se incorpora caucho. Una forma de aprovechar neumáticos usados es convertirlos en trozos más pequeños mediante trituradoras, métodos de procesamiento criogénico o métodos de molienda mecánica (Lombard, Pérez, 2016). El método del mecanismo mecánico se utiliza ampliamente en operaciones de ingeniería debido a su simplicidad y bajo costo (M.Tajabadipour, 2020). Los neumáticos de desecho que se trituran con una trituradora se denominan neumáticos triturados, tiras trituradas o caucho triturado. Según ASTM D6270, el tamaño de las astillas de los neumáticos está entre 50 y 305 mm, el tamaño de las astillas de los

neumáticos está entre 12 y 50 mm y las partículas de caucho son menores de 12 mm (KS Al-Jabri, Aw Hago, 2021).

Muchos investigadores han estudiado el comportamiento de las mezclas de arena y caucho. Los resultados de laboratorio muestran que la respuesta mecánica del relleno para neumáticos (TDA) y las mezclas de arena está influenciada por el tamaño y la forma de las partículas de caucho (Ishan Bhandari, 2018).

Para la recogida de información se debe tener en cuenta:

El suelo, para uso de ingeniería, es sin duda el componente más importante donde se construyen las cimentaciones de estructuras para obras civiles (Zinck, 2015).

Plasticidad, el índice de plasticidad revela el tamaño del rango de humedad en el que el suelo tiene una consistencia plástica y permite una clasificación razonablemente precisa del suelo (ASTM D4318, 1983).

La capacidad de carga es la presión de contacto promedio máxima entre la base y el suelo, de modo que no se produzca falla por corte o asentamiento diferencial excesivo (Hansen, 2020).

El caucho reciclado, al ser un neumático de desecho, un material popular obtenido de neumáticos desechados en vertederos y talleres mecánicos, se utilizó sin la consiguiente separación de textiles o acero de su composición (Hansen, 2020).

En la zona donde se estudiará predominan los suelos cohesivos, por lo que no tienen las características necesarias para formar una infraestructura vial, por lo que se deben optimizar con un aditivo, en este caso caucho reciclado, de primer uso, determinando así su carácter físico- propiedades mecánicas a través de pruebas a realizar y conocer cómo mejora el suelo con el estabilizador propuesto, se propuso los siguientes objetivos: Determinar la influencia del caucho reciclado de primer uso en 1 %, 3 % y 5 % en el suelo cohesivo, para analizar las propiedades físicas y mecánicas que influyen en el suelo al agregar caucho reciclado de primer uso en 1 %, 3 % y 5 % respectivamente y determinar el porcentaje máximo de caucho reciclado para aumentar la densidad seca máxima y mejora en la compactación.

La presente investigación es de tipo descriptivo-explicativo, caracterizada porque el tema de estudio es el suelo y las bases de la teoría son el análisis del caucho reciclado de primer uso. Se realizó a nivel descriptivo, por lo tanto, se da la causa-efecto de las variables dependientes e independientes de la investigación, calculándose a través de la investigación de sus propiedades físico-mecánicas (Sáez, y et al, 2023).

El diseño será experimental, se realizará recolección de datos buscando el porcentaje ideal de caucho reciclado de primer uso para ser incorporado al suelo cohesivo, mejorando así las características y propiedades físico-químicas del suelo mencionado (Zinck, 2015). El presente proyecto de investigación tiene un enfoque explicativo cuantitativo, ya que se analizará en laboratorio el mejoramiento del suelo cohesivo obtenido a partir de la muestra de suelo tomada del primer sondeo de Huaraclla, segundo sondeo en el camino a Jesús KM 03, tercer sondeo pozo junto a la Paz Puente los Chilcos.

Las unidades elegidas de una población determinada para formar la muestra sirven como participantes o componentes del experimento. La muestra se obtendrá mediante la ejecución de pozos de 0,80 x 1,50 m y 2 m de profundidad y el tipo de material encontrado es limo-arcilloso.

El número de ensayos del suelo cohesivo con la adición de caucho reciclado de primer uso al 1 %, 3 % y 5 % se realizaron como se muestra en la Tabla 01, identificándose las muestras según sus propiedades físicas y químicas.

En la tabla 1 se muestra el número de ensayos realizados, donde se obtuvo como resultado 4 muestras de CBR por pozo de ensayo, con el fin de obtener el mayor porcentaje, clasificando así el suelo natural y los suelos mixtos, la ventaja de este tipo de estabilización con El caucho del suelo depende de factores de saturación (Silvestri y Mija, 2018).

En este capítulo se muestran los principales resultados de las muestras, donde se obtuvieron los siguientes resultados para Proctor y CBR:

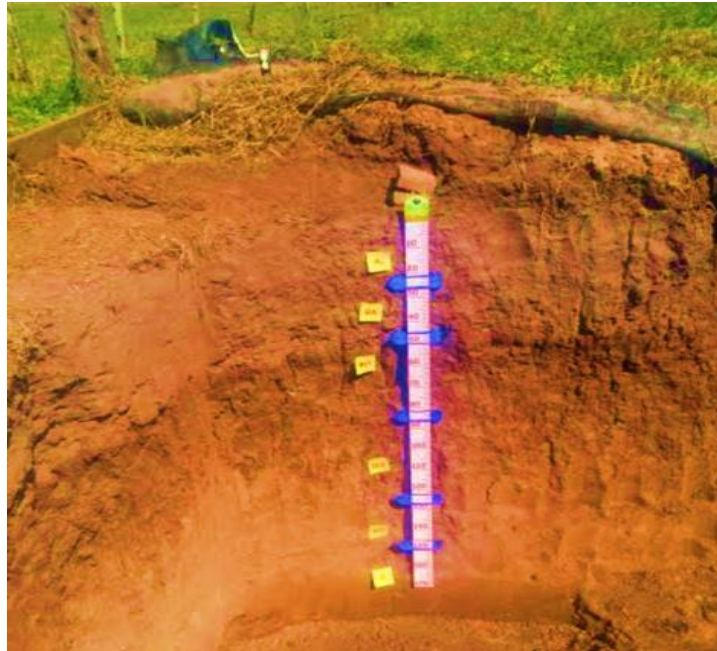


Figure 1. Sample strata of calicata sample, where the samples of the strata can be visualized

Tabla 1. Pruebas de suelo cohesivo incorporado caucho reciclado			
Número de pruebas para suelo cohesivo			
Ensayos	Cantidad		
	C-01	C-02	C-03
Propiedades físicas			
Análisis granulométrico	1	1	1
Contenido de humedad	3	3	3
Límite líquido	4	4	4
Límite plástico	3	3	3
Propiedades mecánicas			
Supervisor modificado	4	4	4
Relación de soporte (CBR)	4	4	4
Número de ensayos para un suelo cohesivo con adición de caucho reciclado de primer uso.			

Contenido de humedad (ASTM D2216)

Se midió el contenido de humedad con un valor +- de 24 horas para cada pozo de prueba, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2. Contenido de humedad	
Contenido de humedad	
Calicata 1	59,49 %
Calicata 2	18,22 %
Calicata 3	22,08 %

Análisis granulométrico (ASTM D-422)

Se realizó el análisis granulométrico para las tres piscinas, obteniéndose las siguientes gráficas.

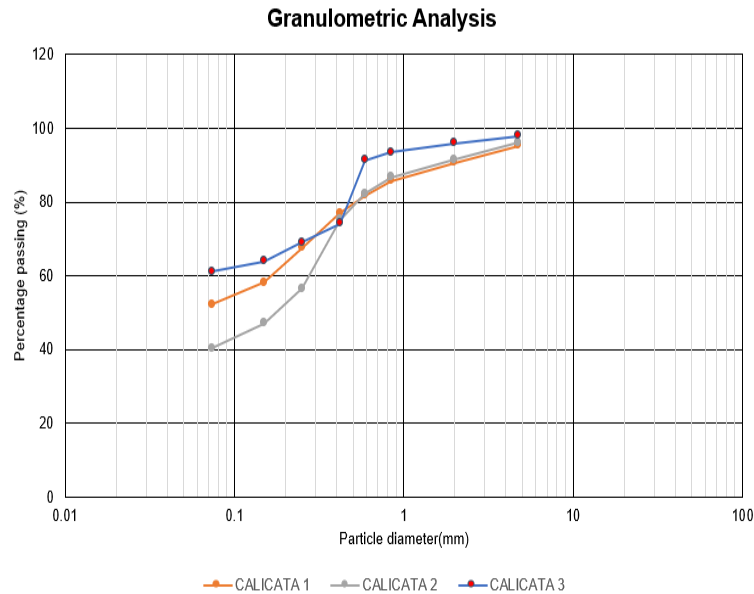


Figura 2. Curva granulométrica de las muestras estudiadas

Límite líquido y límite plástico (ASTM D423), se realizó el límite líquido y límite plástico para las tres piscinas, donde se obtuvo la clasificación del suelo mediante el índice de plasticidad obtenido de la ecuación logarítmica.

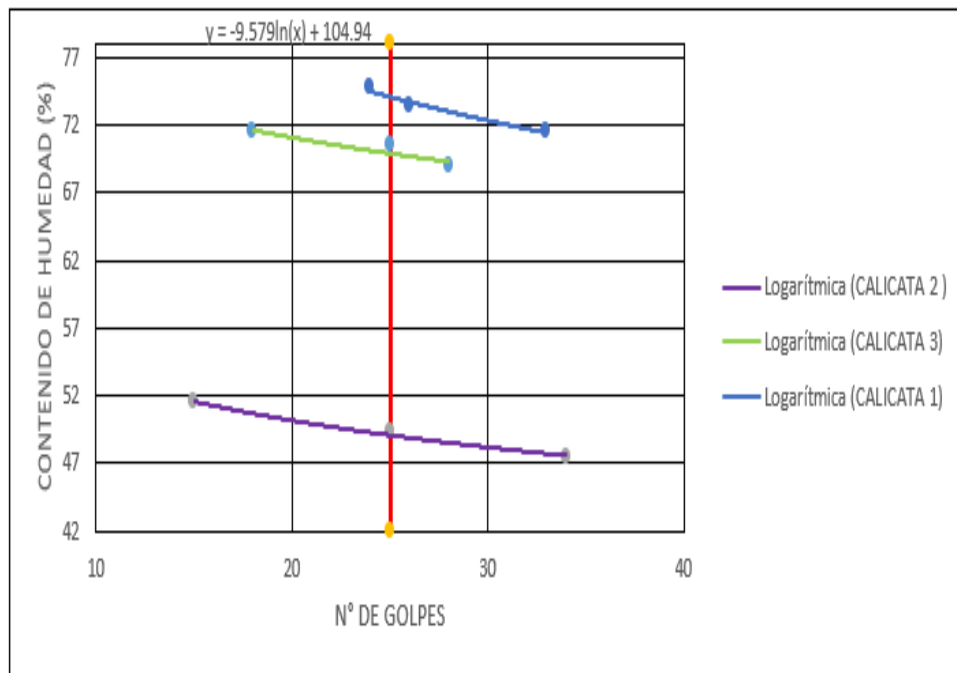


Figura 3. Límite líquido y límite plástico de los pozos de prueba 01, 02 y 03

Supervisor modificado (ASTM D-1557)

Se tomaron muestras Proctor para cada pozo de prueba, obteniendo como resultado las curvas de compactación de acuerdo a todos los ensayos, incluyendo el suelo natural para cada pozo de prueba.

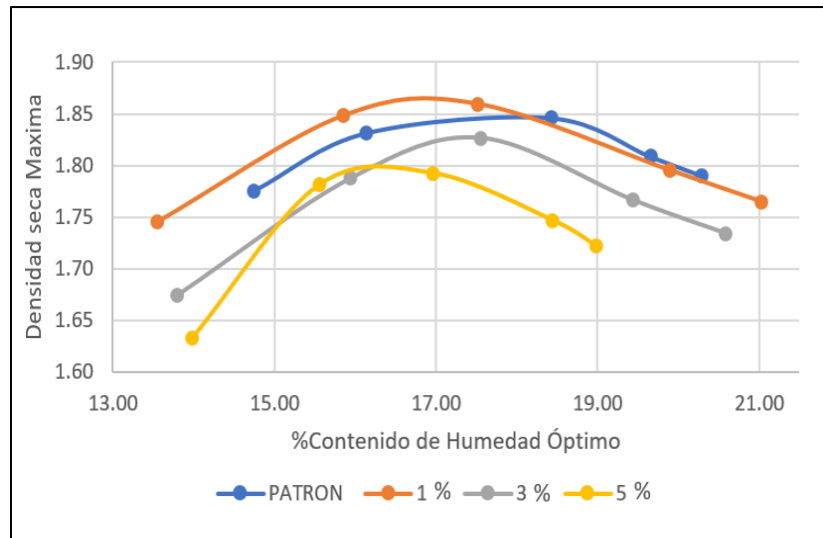


Figura 4. Curvas de compactación Proctor modificadas del primer pozo de prueba

La figura 4 muestra la disminución del contenido de humedad a medida que se agrega el caucho reciclado de primer uso, la densidad seca máxima es menor, en consecuencia, el contenido de humedad óptimo disminuye a medida que se aumenta el caucho, obteniendo una densidad seca máxima de 1,87 g/cm³ con la adición de 1 % de caucho; por otro lado, el contenido de humedad óptimo fue de 16,80 %, para la compactación con la adición de 1 % de caucho reciclado de primer uso.

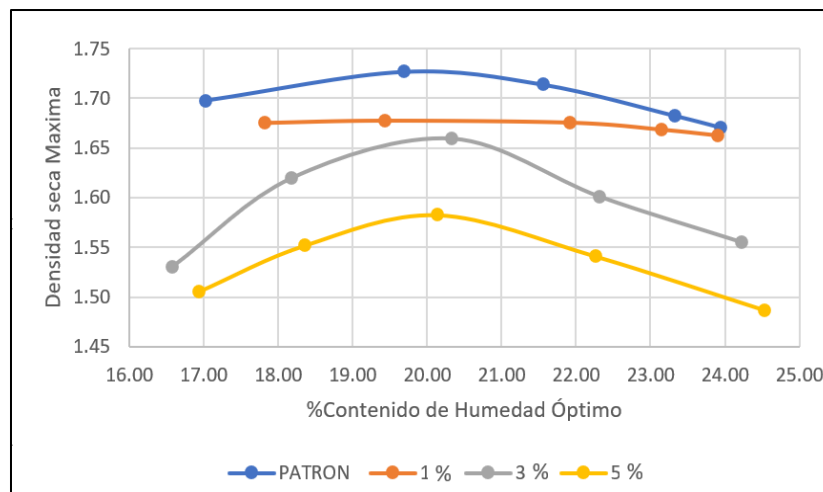


Figura 5. Curvas de compactación Proctor modificado de la segunda fosa de ensayo

La figura 5 muestra la disminución de la humedad a medida que se agrega el caucho reciclado de primer uso, la densidad seca máxima es menor, similar al tubo de ensayo No. 01; en comparación con otros autores, se encontraron resultados similares en el caso de la humedad óptima, ya que en ambos casos disminuye a la muestra natural del suelo (Sáez, y et al, 2023). Obteniendo una densidad seca máxima de 1,73 gr/cm³ con la muestra de suelo natural; por otro lado, el contenido de humedad óptimo fue 20,04 %, para la compactación con la muestra natural de suelo; esto significa que las pequeñas partículas de caucho añadidas no se reacomodan en el suelo.

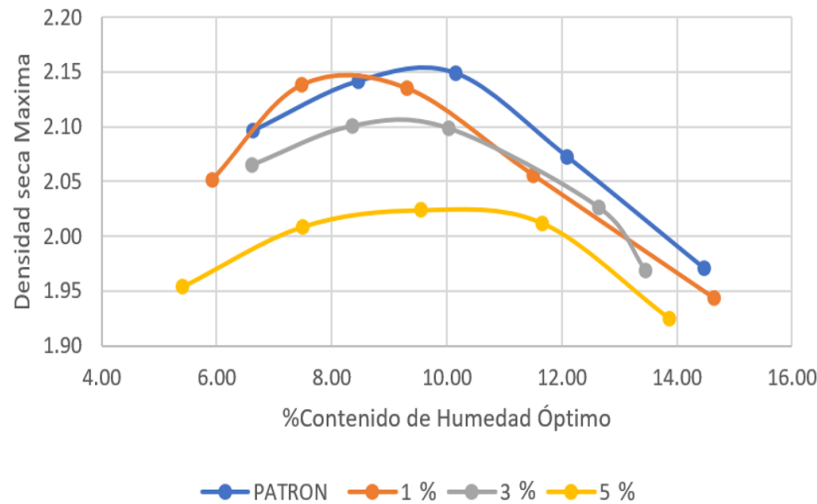


Figura 6. Disminución de la humedad cuando se agrega el caucho reciclado

La figura 6 muestra la disminución de la humedad a medida que se agrega el caucho reciclado de primer uso, obteniendo una densidad seca máxima de 2,15 gr/cm³ con la muestra de suelo natural; por otro lado, el contenido de humedad óptimo fue de 9,80 %, para la compactación con la muestra de suelo natural, con respecto a la comparación con el Proctor anterior de las calicatas N° 01 y N° 02, se puede observar que el caucho como material estabilizador no se adhiere a las microestructuras del suelo cohesivo.

Relación de rodamientos de California (ASTM-D 1883).

La prueba evaluó el efecto de la compactación, con el porcentaje de humedad y densidad seca máxima en los tres moldes para cada CBR, obteniendo los siguientes resultados de densidad máxima al 95'' y 100'' % de la MD.

Para Calicata N° 01:

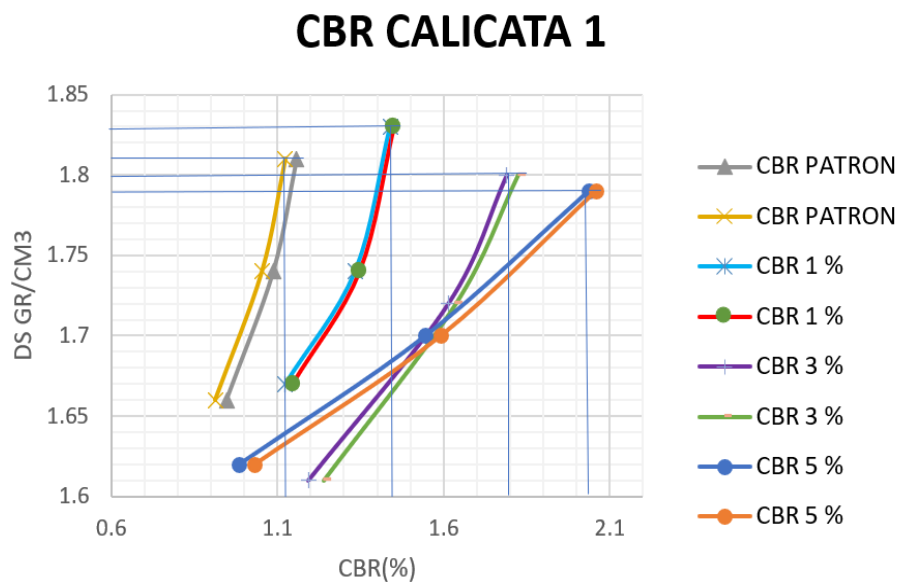


Figura 7. Valor máximo de CBR obtenido al 100 % del MDS a 0,1'' para la MUESTRA DE PATRÓN, 1 % GOMA, 3 % GOMA y 5 % GOMA, obteniendo un CBR de 0,53 %, 0,54 %, 0,98 y 1,84 obtenido de la prueba Pozo N° 01

Para calicata No. 02:

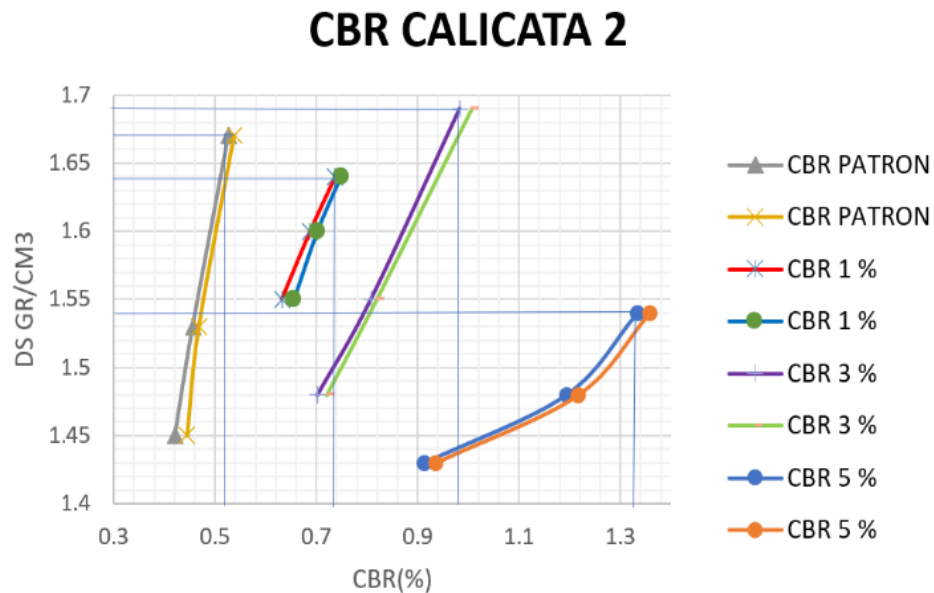


Figura 8. Valor máximo de CBR obtenido al 100 % del MDS a 0,1'' para la muestra estándar, 1 % de caucho, 3 % de caucho y 5 % de caucho, obteniendo un CBR de 0,80 %, 1,22 %, 1,44 % y 1,40 %, obtenido del pozo de prueba No. 02

Para calicata No. 03:

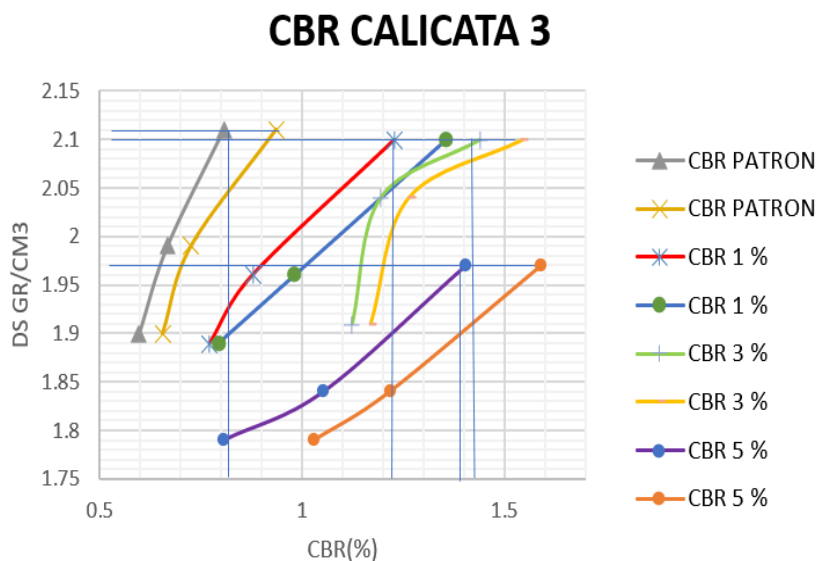


Figura 9. Valor máximo de CBR obtenido al 100 % del MDS a 0,1'' para la muestra estándar, 1 % de caucho, 3 % de caucho y 5 % de caucho, obteniendo un CBR de 1,16 %, 1,44 %, 1,78 %, 2,04 %, obtenido del pozo de prueba No. 03

Se realizó una validación de los datos obtenidos para comparar el CBR correspondiente a cada pozo de prueba, donde se obtuvo:

CBR AT 100% OF THE M.D.S AT 0.1" FOR
PITS: 01, 02 AND 03 RESPECTIVELY.

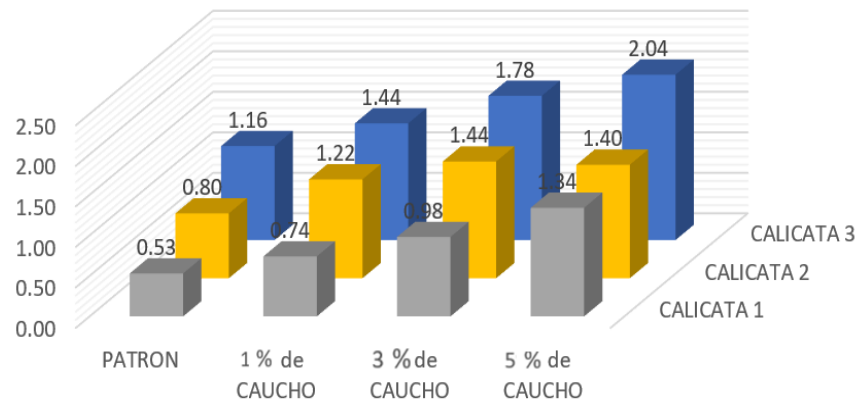


Figura 10. Resumen de CBR al 100 % del MDS para el pozo de prueba N° 01

De acuerdo a la tabla 2, se pudo observar que los valores de resistencia a la compresión, presentan una baja cohesión del suelo con las partículas de caucho reciclado, en consecuencia, los resultados de esta investigación el caucho como aditivo, si se aumenta la resistencia utilizando 5 % de caucho para el pozo de prueba N°03, obteniendo un CBR de 2,04 % como máximo.

Comparación de resultados obtenidos del cbr al 100 % del mds para 0,01"

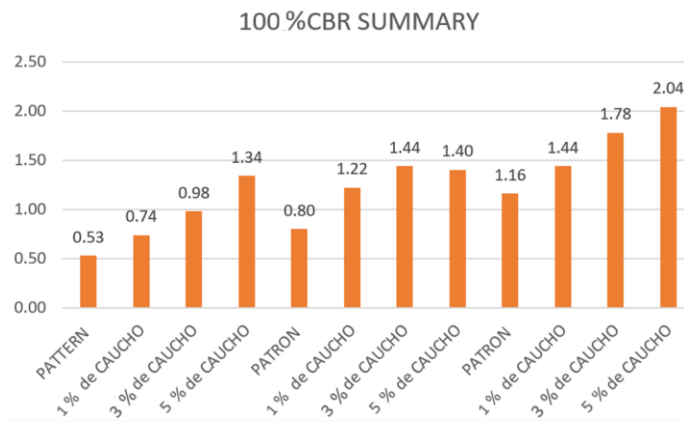


Figura 11. Resumen de resultados de 100 % CBR, mostrados de izquierda a derecha del pozo de prueba No. 01, pozo No. 02 y pozo No. 03; donde se obtuvo que el mayor porcentaje de CBR fue con la adición de 5 % de caucho reciclado de primer uso en la fosa N° 03, obteniendo un CBR máximo de 2,04 %

Subgrade categories According to (MTC and MDS)	CBR
So: Subrasante inadecuada	CBR < 3 %
S1: Subrasante Pobre	De CBR ≥3 % A CBR <6 %
S2: Subrasante Regular	De CBR ≥6 % A CBR <10 %
S3: Subrasante Buena	De CBR ≥10 % A CBR <20 %
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR ≥20 % A CBR <30 %
S5: Subrasante excelente	De CBR ≥30 %

A conversar sobre (Del Castillo y Orobio, 2020). En su investigación el autor mencionó que obtuvo resultados que bajaron el CBR obteniendo un CBR con un valor máximo de 2,5 %, este perteneciente al suelo natural en comparación con la adición de 10 % de caucho, este bajó a 0,48 % de CBR, relacionándolo con nuestra investigación logramos el aumento del CBR en su valor máximo de 2,04 % con 5 % de caucho reciclado de primer uso, pero se considera un material no apto para subrasante, por lo tanto en relación a Casimiro (Del Castillo y Orobio, 2020). Y su investigación demostró que el caucho no sirve como estabilizador del suelo.

Por otro lado, según (Bekhiyi y Trouzine, 2019), determinó que la cal y el caucho además porcentajes del 4 % sí mejoran en la resistencia de su subrasante, obteniendo un suelo apto para ser trabajable, y menciona que desde el punto de vista del medio ambiente, el caucho evita la contaminación ambiental, ya que los neumáticos ya no se quemarían, y sería mucho más económico que la cal como estabilizador de suelos; Respecto a nuestras investigaciones, el caucho al no ser procesado reduce la contaminación ambiental, pero sí es cierto que la obtención de este material es escasa y no tan rentable por ser de primer uso. 78 %, por lo que se puede decir que sí aumenta la capacidad portante pero no es la adecuada para ser trabajada.

Según menciona, en su aporte de investigación incluyó altos porcentajes de aditivo, 20 %, 40 % y 60 % de caucho reciclado respectivamente; obtuvo un CBR máximo de 41,00 %, obteniendo que los suelos arcillosos se comportan de manera óptima, en comparación con nuestra tesis, los porcentajes que utilizamos para mejorar el caucho, en pequeñas proporciones se puede observar que no mejoran el suelo como se esperaba, pero queda en duda que si al agregar una mayor cantidad de aditivo a la mezcla, esto generará un aumento en su capacidad portante, por lo que se deduce que a mayor cantidad de aditivo de caucho reciclado, mayor El estrés del suelo y su comportamiento para mejorar las propiedades físicas, mecánicas y químicas de un suelo en estudio.

CONCLUSIONES

En conclusión se determinó la influencia del aditivo de caucho reciclado, evaluando que para un suelo natural obteniendo un porcentaje de CBR máximo al 100 % del MDS A 0,1'' de 1,16 %, a este suelo natural se le agregó 5 % de caucho reciclado de primer uso, obteniendo así un CBR máximo al 100 % del MDS A 0,1'' de 2,04 %, obteniendo como resultado que sí mejora en un porcentaje superior al 15 %, dejando como conclusión de la presente investigación que para una subrasante según figura N° 10, es un suelo S1: Subrasante pobre, por lo tanto, según el Manual de Caminos, es un suelo S1: Subrasante pobre (MTC, 2014), el caucho mejora el suelo, en pequeñas proporciones, pero no cumple con los requisitos de trabajabilidad, es decir, el resultado es un suelo que no es apto para subrasante.

Se analizaron las propiedades físicas y mecánicas del caucho, donde se obtuvo que esta baja densidad seca en la prueba Proctor Modificado, debido a que las propiedades del caucho al ser un material flexible y elástico se adhiere fácilmente al momento de la compactación, por otro lado, genera resistencia al mezclarse con el suelo.

Se determinó el porcentaje máximo de caucho, para aumentar la densidad seca de un suelo cohesivo, obteniendo así la mejora en el 5 % de caucho de la fosa N° 01, una densidad seca máxima de 1,80 gr/cm³ y un CBR de 2,04 %, obteniendo que, debido a su plasticidad del caucho al sumergirlo en agua, su mejora de resistencia al suelo es baja.

Se concluye que la investigación realizada respecto a la hipótesis planteada, si mejora en CBR el uso de caucho reciclado en un primer uso para un cohesivo, pero al clasificar el suelo representa un desafío para la elección del uso que se le dará. para ello, dado que su uso estaría restringido a construcciones temporales o cargas livianas no sirve como subrasante; ya que el mayor porcentaje obtenido de mejora fue.

REFERENCIAS

1. Aiban, Saad A. «El efecto de la temperatura en las propiedades de ingeniería de las arenas contaminadas con petróleo.» *Medio Ambiente Internacional* , 2020: 12.
2. Arzola-Castillo Y. A look at speech therapy for learners with behavioral disorders. *Interdisciplinary Rehabilitation / Rehabilitacion Interdisciplinaria* 2023;3:58-58. <https://doi.org/10.56294/ri202358>.
3. Auza-Santiváñez JC, Díaz JAC, Cruz OAV, Robles-Nina SM, Escalante CS, Huanca BA. Bibliometric Analysis of the Worldwide Scholarly Output on Artificial Intelligence in Scopus. *Gamification and Augmented Reality* 2023;1:11-11. <https://doi.org/10.56294/gr202311>.
4. Barrios CJC, Hereñú MP, Francisco SM. Augmented reality for surgical skills training, update on the topic. *Gamification and Augmented Reality* 2023;1:8-8. <https://doi.org/10.56294/gr20238>.
5. Bekhiyi, M, y H, Rabehi, M Trouzine. «Influencia de las fibras de caucho de neumáticos de desecho en el comportamiento de hinchamiento, la resistencia a la compresión libre y la ductilidad del suelo arcilloso de bentonita estabilizado con cemento.» 2019: 313.
6. Bibhakar, Kumur Singh y Rajes Kumar. «Novedoso Cemento Portland Puzolana Ligero (PPC)». *Materiales hoy: Actas* , 2020: 10.
7. Bory E de JP, Naranjo OV, Herrero LB, Flores LGA, Fuentes MGB. Pertinence of the teaching use of virtual classroom by Basic Biomedical Science Department. *Seminars in Medical Writing and Education* 2023;2:31-31. <https://doi.org/10.56294/mw202331>.
8. Camacho de Báez, Briceida. «Población y Muestra.» 2018: 10.
9. Cardoza W, Rodriguez C, Pérez-Galavís A, Ron M. Work psychosocial factors and stress in medical staff in the epidemiology area of a public institution. *Interdisciplinary Rehabilitation / Rehabilitacion Interdisciplinaria* 2023;3:52-52. <https://doi.org/10.56294/ri202352>.
10. Casimiro Cocha, Víctor y Kevin Saúl Melgarejo Saturio. «Suelo Cohesivo estabilizado con Caucho Granulado para mejorar las propiedades físico-mecánicas de una subrasante en zonas rurales.» *Universidad Ricardo Palma* , 2022: 129.
11. Castillo-Gonzalez W, Lepez CO, Bonardi MC. Augmented reality and environmental education: strategy for greater awareness. *Gamification and Augmented Reality* 2023;1:10-10. <https://doi.org/10.56294/gr202310>.
12. Chaparro, E., F. Herrera, M. Vera, y J. Barahona. «Utilización de microorganismos eficientes para la elaboración de compost a partir de residuos orgánicos.» *Sincretismo Revista de Divulgación Científica* 01, nº 001 (2020): 45.
13. Chaparro, E., F. Herrera, M. Vera, y J. Barahona. «Utilización de microorganismos eficientes para la elaboración de compost a partir de residuos orgánicos.» *Sincretismo Revista de Divulgación Científica* 01, nº 001 (2020): 45-46.

14. Cusquisibán Ocas, Wilder Danny. «MEJORAMIENTO DE SUELOS ARCILLOSOS UTILIZANDO CAUCHO GRANULAR DE NEUMATICOS PARA FINES CONSTRUCTIVOS DE PAVIMENTOS.» ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL , 2014: 136.
15. Del Carpio, F., y A. Soto. «Análisis de la magnitud de la energía de las ondas sísmicas transferida a los cimientos de un edificio.» Revista Ingeniería de Construcción. RIC 37, n° 02 (2022): 132.
16. Del Carpio, F., y B. Vera. «Modelo de gestión con procesos para identificar vulnerabilidad sísmica en viviendas». Revista Ingeniería de Construcción RIC 36, n° 02 (2021): 282-283.
17. Del Castillo, A, y Orobio. «Investigación exploratoria sobre el efecto del aceite de motor usando en un suelo fino de subrasante.» Informes de la Construcción, 2020: 8.
18. Del Castillo, A, y Orobio. «Investigación exploratoria sobre el efecto del aceite de motor usando en un suelo fino de subrasante.» Informes de la Construcción, 2020: 8.
19. E, Kalkan. «Preparación de mezclas de fibra de caucho de llantas de desecho y humos de sílice para modificación de suelos arcillosos.» 2013: 117.
20. Espinosa RDC, Caicedo-Erazo JC, Londoño MA, Pitre IJ. Inclusive Innovation through Arduino Embedded Systems and ChatGPT. Metaverse Basic and Applied Research 2023;2:52-52. <https://doi.org/10.56294/mr202352>.
21. Florentin GNB. The human dimension in nursing. An approach according to Watson's Theory. Community and Interculturality in Dialogue 2023;3:68-68. <https://doi.org/10.56294/cid202368>.
22. Garros M, Rolando AL, Ponce J, Ovejero S, Toranzos HA. Systemic analysis of the vaccination program in Argentina. Health Leadership and Quality of Life 2023;2:32-32. <https://doi.org/10.56294/hl202332>.
23. Gonzalez-Argote J. A Bibliometric Analysis of the Studies in Modeling and Simulation: Insights from Scopus. Gamification and Augmented Reality 2023;1:5-5. <https://doi.org/10.56294/gr20235>.
24. Gonzalez-Argote J. Analyzing the Trends and Impact of Health Policy Research: A Bibliometric Study. Health Leadership and Quality of Life 2023;2:28-28. <https://doi.org/10.56294/hl202328>.
25. Gutiérrez Agip, Alex Josué. «¿Qué es la investigación cuasi experimental?» PreguntaPro , 2019: 3.
26. Hansen, Brich. «Caucho y sus propiedades.» Capacidad Portante, 2020: 21.
27. Hansen, Brinch. «Wikipedia». 21 de Noviembre de 2020. https://es.wikipedia.org/wiki/Capacidad_portante.
28. Khan S. Terapia ocupacional en la recuperación del trauma para mujeres y niños en Gaza: Un enfoque holístico e interdisciplinar. Interdisciplinary Rehabilitation / Rehabilitacion Interdisciplinaria 2023;3:53-53. <https://doi.org/10.56294/ri202353>.

29. Kumar D, Haque A, Mishra K, Islam F, Mishra BK, Ahmad S. Exploring the Transformative Role of Artificial Intelligence and Metaverse in Education: A Comprehensive Review. *Metaverse Basic and Applied Research* 2023;2:55-55. <https://doi.org/10.56294/mr202355>.

30. Lichtensztejn M, Benavides M, Galdona C, Canova-Barrios CJ. Knowledge of students of the Faculty of Health Sciences about Music Therapy. *Seminars in Medical Writing and Education* 2023;2:35-35. <https://doi.org/10.56294/mw202335>.

31. Meiqi, CChen, Gowthaman Sivakumar y Nakashina Kazunori. «EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE SUELOS DE TURBA TRATADOS MEDIANTE BIOCEMENTACIÓN CON FIBRA INCORPORADA.» *Revista Internacional de GEOMATE* , 2021:7.

32. Milián YF. Diseño de curso de superación de postgrado sobre Nefrología Neonatal. *Community and Interculturality in Dialogue* 2023;3:85-85. <https://doi.org/10.56294/cid202385>.

33. Montano M de las NV. A comprehensive approach to the impact of job stress on women in the teaching profession. *Interdisciplinary Rehabilitation / Rehabilitacion Interdisciplinaria* 2023;3:56-56. <https://doi.org/10.56294/ri202356>.

34. Morgner MI, Djament L. Impact of Preventive and Mandatory Social Isolation in the control of type I diabetes in adults in the Buenos Aires Metropolitan Area. *Community and Interculturality in Dialogue* 2023;3:82-82. <https://doi.org/10.56294/cid202382>.

35. MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. «Manual de Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos.» Sección Suelos y Pavimentos , 2014.

36. Nahi HA, Hasan MA, Lazem AH, Alkhafaji MA. Securing Virtual Architecture of Smartphones based on Network Function Virtualization. *Metaverse Basic and Applied Research* 2023;2:37-37. <https://doi.org/10.56294/mr202337>.

37. Ortega, Cristina. Tesis y Pregunta. 2022. <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-longitudinal/>.

38. Pacheco ML, Sánchez OL. Affected Mexico human papillomavirus vaccine: a proposal for collective health care. *Community and Interculturality in Dialogue* 2023;3:99-99. <https://doi.org/10.56294/cid202399>.

39. Parra AL, Escalona E, Gollo O. Estudio piloto comparativo de medidas antropométricas en bipedestación entre Tablas antropométricas y un Antropómetro Harpenden. *Interdisciplinary Rehabilitation / Rehabilitacion Interdisciplinaria* 2023;3:48-48. <https://doi.org/10.56294/ri202348>.

40. Pérez-Hernández G, Téllez NR, C JJR, S LGL, L OG. Use of videos as a method of learning in social service projects. *Community and Interculturality in Dialogue* 2023;3:100-100. <https://doi.org/10.56294/cid2023100>.

41. Poma Rojas, Wilfredo y Germán Alcántara Boñón. «Estudio de suelos y capacidad de uso mayor del departamento de Cajamarca.» *Gobierno Regional de Cajamarca* , 2011: 83.

42. Prakash A, Haque A, Islam F, Sonal D. Exploring the Potential of Metaverse for Higher Education: Opportunities, Challenges, and Implications. *Metaverse Basic and Applied Research* 2023;2:40-40. <https://doi.org/10.56294/mr202340>.

43. Prieto YN, Sánchez GAR, García AP. The discipline of Medical Psychology in the ethical-humanistic education of medical students. *Seminars in Medical Writing and Education* 2023;2:42-42. <https://doi.org/10.56294/mw202342>.

44. Quintana-Honores M, Corvalán P, Gironde-Gurán J. Family integration and skin-to-skin contact with the newborn favors the recovery of the hospitalized patient: experiences of its implementation in an Obstetric Critical Care Unit. *Health Leadership and Quality of Life* 2023;2:33-33. <https://doi.org/10.56294/hl202333>.

45. Ray Harran, S,M, M Dimitrios Terzis, y M Lyesse Laloui. "Mecánica, modelado y mejora de suelos biocementados: una revisión de avances y desafíos". *Revisión del estado del arte* , 2023: 19.

46. Redolfi, Dr. Ing. Emilio R. «Suelos colpasales.» UNIVESIDAD NACIONAL DE CORDOBA - ARGENTINA FACULTAD CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES , 2017: 36.

47. Robles Rivadeneira, Juan Renato. «"Aplicación de la cal y el caucho para la mejora de la subrasante en la Av. Santa Callao 2020".» Universidad César Vallejo, 2020: 168.

48. Rodríguez-Martínez C, Alvarez-Solano J, Pérez-Galavís AD, Ron M. Distance education during the COVID-19 pandemic: experience at a public university. *Seminars in Medical Writing and Education* 2023;2:32-32. <https://doi.org/10.56294/mw202332>.

49. Romero-Carazas R. Prompt lawyer: a challenge in the face of the integration of artificial intelligence and law. *Gamification and Augmented Reality* 2023;1:7-7. <https://doi.org/10.56294/gr20237>.

50. Sáez, David, Fernando Spina, Antonia Margalina, Serra Lorenzo y Stefano Volponi. «Reconstrucción de nodos de redes migratorias para mejorar la gestión ambiental y las decisiones de conservación: Un estudio de caso de la codorniz común Coturnix coturnix como biosensor.» *Ciencia del medio ambiente total* , 2023: 22.

51. Santos CA, Ortigoza A, Barrios CJC. Nursing students' perceptions of Clinical Clerkship. *Seminars in Medical Writing and Education* 2023;2:30-30. <https://doi.org/10.56294/mw202330>.

52. Sargentón-Savon S, Matos-Rodríguez A, Mosqueda-Lobaina Y, Chibas-Muñoz EE. Factores biopsicosociales que influyen en los cuidadores principales de pacientes con diagnóstico de síndrome demencial. *Interdisciplinary Rehabilitation / Rehabilitacion Interdisciplinaria* 2023;3:47-47. <https://doi.org/10.56294/ri202347>.

53. Silvesttri, Vicente y Nabil Mija. «Respuesta de permeabilidad de arcillas compactadas contaminadas con aceite.» *Publicación Técnica especial de ASTM* , 2018: 14.

54. Sotomayor YR, Fernández AP, Abascal IEC, Rodríguez HMV. Integrative workshops for the reconciliation of work and family life as a quality factor in dental services. *Health Leadership and Quality of Life* 2023;2:40-40. <https://doi.org/10.56294/hl202340>.

55. Tumiri T, Duran L, Lin J, Ríos NB, Mosca A, Gómez T. La Imagen de enfermería y simulación. *Metaverse Basic and Applied Research* 2023;2:36-36. <https://doi.org/10.56294/mr202336>.

56. Valderrama Vera, Guido. Tesis y Maestría. 2018. <https://tesisymasters.com.ar/investigacion-descriptiva-ejemplos/#:~:text=Una%20investigaci%C3%B3n%20descriptiva%20es%20aquella,las%20cuales%20eso%20tiene%20lugar>.

57. Vallejo RG. Análisis de la traducción automática en los estudios sobre metaverso. *Metaverse Basic and Applied Research* 2023;2:38-38. <https://doi.org/10.56294/mr202338>.

58. Velasco ASD, Ccama FLM, Claudio BAM, Ruiz GEZ. Transformational Leadership as a Driver of Business Success: A Case Study in Caquetá. *Health Leadership and Quality of Life* 2023;2:37-37. <https://doi.org/10.56294/hl202337>.

59. Zinck, Alfred. «Suelos, información y sociedad.» *Gaceta Ecológica*, 2015: 17.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Juan Elvis Hernandez Tocas, Paquita Jerany Mendoza Romero, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Wilfredo Gómez Quispe, Fabrizio Del Carpio Delgado.

Curación de datos: Juan Elvis Hernandez Tocas, Paquita Jerany Mendoza Romero, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Wilfredo Gómez Quispe, Fabrizio Del Carpio Delgado.

Análisis formal: Juan Elvis Hernandez Tocas, Paquita Jerany Mendoza Romero, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Wilfredo Gómez Quispe, Fabrizio Del Carpio Delgado.

Adquisición de fondos: Juan Elvis Hernandez Tocas, Paquita Jerany Mendoza Romero, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Wilfredo Gómez Quispe, Fabrizio Del Carpio Delgado. *Investigación:* Juan Elvis Hernandez Tocas, Paquita Jerany Mendoza Romero, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Wilfredo Gómez Quispe, Fabrizio Del Carpio Delgado.

Metodología: Juan Elvis Hernandez Tocas, Paquita Jerany Mendoza Romero, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Wilfredo Gómez Quispe, Fabrizio Del Carpio Delgado.

Administración del proyecto: Juan Elvis Hernandez Tocas, Paquita Jerany Mendoza Romero, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Wilfredo Gómez Quispe, Fabrizio Del Carpio Delgado.

Recursos: Juan Elvis Hernandez Tocas, Paquita Jerany Mendoza Romero, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Wilfredo Gómez Quispe, Fabrizio Del Carpio Delgado.

Software: Juan Elvis Hernandez Tocas, Paquita Jerany Mendoza Romero, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Wilfredo Gómez Quispe, Fabrizio Del Carpio Delgado.

Supervisión: Juan Elvis Hernandez Tocas, Paquita Jerany Mendoza Romero, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Wilfredo Gómez Quispe, Fabrizio Del Carpio Delgado.

Validación: Juan Elvis Hernandez Tocas, Paquita Jerany Mendoza Romero, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Wilfredo Gómez Quispe, Fabrizio Del Carpio Delgado.

Visualización: Juan Elvis Hernandez Tocas, Paquita Jerany Mendoza Romero, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Wilfredo Gómez Quispe, Fabrizio Del Carpio Delgado.

Redacción - borrador original: Juan Elvis Hernandez Tocas, Paquita Jerany Mendoza Romero, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Wilfredo Gómez Quispe, Fabrizio Del Carpio Delgado.

Redacción - revisión y edición: Juan Elvis Hernandez Tocas, Paquita Jerany Mendoza Romero, Mario Pedro Rodríguez Vásquez, Wilfredo Gómez Quispe, Fabrizio Del Carpio Delgado.