

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v7i14.0206>

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON EL EMPLEO DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ COMBINADA CON CAL

STABILIZATION OF CLAY SOILS WITH THE USE OF RICE HUSK ASH COMBINED WITH LIME

Centeno-Demera Carlos José ¹; Saltos-Hidalgo Freddy Alejandro ²;
Ortiz-Hernández Eduardo³

¹ Departamento de Construcciones Civiles y Arquitectura, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.

Correo: ccenteno5226@utm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-2419-8667>

² Departamento de Construcciones Civiles y Arquitectura, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.

Correo: fsaltos8596@utm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7125-2745>

³ Departamento de Construcciones Civiles y Arquitectura, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.

Correo: eduardo.ortiz@utm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1885-6005>

Resumen

Con el fin de estabilizar una subrasante, se extrajo material del sitio Guayabal-La Pila, para someterlo a condiciones experimentales donde se realizaron ensayos según las normas: Límites de Atterberg (AASHTO-T.89. 2021), Proctor Modificado (AASHTO T-180. 2021) y California Bearing Ratio (CBR), (AASHTO T-193. 2021). Se analizó la reacción de la cal con distintos porcentajes; 1%, 3%, y 5%. Luego de la combinación de cal y ceniza de cascara de arroz (CCA), se utilizaron los siguientes porcentajes: 1%, 3%, 5% de cal más 15% de CCA para así determinar un porcentaje adecuado. Para el porcentaje de cal, se encontró que añadiendo 5% el suelo reacciona de manera adecuada, convirtiendo el suelo en No Plástico (NP), teniendo una densidad máxima seca (DMS) de 1540 kg/cm³, el porcentaje óptimo de humedad (POH) de 19%. El CBR fue de 233%, convirtiéndolo en una subrasante excelente. Se determinó mediante los ensayos que la combinación 5% de cal+15% CCA es óptima, en los límites de Atterberg se denota un suelo NP, el ensayo Proctor la DMS fue de 1360 kg/cm³ y un POH de 26%. Mediante el CBR, esta combinación incrementó la capacidad de soporte del suelo en un 54,27% en comparación con el suelo natural.

Palabras clave: estabilización de subrasante, cal y ceniza de cáscara de arroz (CCA), capacidad de soporte del suelo.

Abstract

To stabilize the submarine, material was collected from the Guayabal-La Pila site and subjected to test conditions where tests were performed according to the following standards: Atterberg Limits (AASHTO-T.89. 2021), Proctor revised. (AASHTO T-180. 2021) and California Bearing Ratio (CBR), (AASHTO T-193. 2021). The lime reaction was analyzed in different proportions; 1%, 3% and 5%. Then, a mixture of lime and rice husk ash (RHA) is used in the ratio: 1%, 3%, 5% lime plus 15% RHA to determine the appropriate ratio. Regarding the lime ratio, it was found that when adding 5%, the soil will react accordingly, turning into non-plastic soil (NP) with a maximum dry density (MDS) of 1540 kg/cm³, which is the optimal level. Lime ratio. Moisture (POH) 19%, CBR - 233%, making it an excellent subterranean weed. Research has shown that the optimal combination is 5% lime and 15% CC, in Atterberg soil marked NP, Proctor test, DMS

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 15 de abril de 2024.

Fecha de aceptación: 25 de junio de 2024.

Fecha de publicación: 10 de julio de 2024.



of 1360 kg/cm, and POH of 26%. Thanks to CBR, this bond increased the soil's load-bearing capacity by 54.27% compared to natural soil.

Keywords: Subgrade stabilization, lime and rice husk ash (RHA), soil bearing capacity.

1. Introducción

La historia de la infraestructura vial en Ecuador ha estado marcada por problemas recurrentes, como la paralización y el colapso de puentes y carreteras, causados tanto por el riesgo sísmico como por factores climáticos. Durante décadas, los gobiernos han tenido que enfrentar estos desafíos con soluciones costosas y temporales, sin contar con el respaldo tecnológico necesario para asegurar un desarrollo seguro (Ministerio de Transporte y Obras Públicas [MTO], 2013).

Las vías de comunicación desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de un país. Estas infraestructuras permiten la conexión entre diferentes regiones y provincias, facilitando el acceso a servicios, recursos y oportunidades. Además, contribuyen a mejorar las condiciones de vida de la población al garantizar una movilidad eficiente y segura. Las vías son un elemento

clave para el progreso y la calidad de vida de una nación.

En los suelos de la provincia de Manabí en su gran mayoría presentan muchas irregularidades en la superficie ya que en existen zonas montañosas y en otras llanas. Esto hace que las propiedades del suelo sean muy variables desde la resistencia, plasticidad, densidad y humedad, donde sus propiedades están altamente influenciadas por el nivel freático en el suelo generando pérdidas de firmeza y estabilidad (Zambrano-Rendón y otros, 2021).

En la antigua Grecia, se empleaban cenizas volcánicas, conocidas como puzolana, junto con otros materiales para incrementar la durabilidad y resistencia de sus construcciones, marcando un temprano antecedente en la estabilización dentro de la construcción (Torres, 2018).

Los siguientes autores (Al-Taie y otros, 2016) determinaron que el uso de cal como material de estabilización de suelos se ha

desarrollado desde hace mucho tiempo y es una de las técnicas de estabilización más antiguas. En muchos estudios se ha demostrado que la cal cambia significativamente las propiedades de los suelos arcillosos, como la reducción del índice de plasticidad, el aumento del límite de contracción, la resistencia a la compresión y los valores de CBR para superar el problema de esponjamiento en los suelos arcillosos expansivos.

El aumento en la producción agrícola e industrial conlleva un aumento en la generación de residuos, lo que dificulta su tratamiento y disposición final de manera costosa e insostenible desde el punto de vista ambiental. Por esta razón, existe un creciente interés a nivel mundial en aprovechar estos residuos en diversas áreas, logrando beneficios tanto ambientales como económicos. En el ámbito de los pavimentos, se ha explorado el uso de productos residuales como estabilizantes de suelos para la construcción de subrasante, capas de sub-base y base (Behak & Peres Núñez, 2008).

Según (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2024) en los últimos

años, Ecuador aumentó en promedio el área destinada al cultivo de arroz en el país cerca de 309 mil hectáreas. Esta área de cultivo ha generado una producción anual de 800 mil toneladas de arroz, lo cual cubre la demanda del mercado interno de manera suficiente, sin embargo, el desperdicio tal como la cáscara de arroz genera problemas ambientales.

De acuerdo con (Mendis & Pushpakumara, 2022) en el siglo XX, la ceniza de cáscara de arroz (CCA) comenzó a ser investigada en profundidad por sus propiedades puzolánicas. Se descubrió que la CCA, rica en sílice amorfa, tenía la capacidad de mejorar notablemente las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos, reduciendo su plasticidad y expansividad, y aumentando su densidad y resistencia a la compresión al reaccionar químicamente con otros estabilizantes.

Las condiciones en las que se procesa la cáscara de arroz afectan de manera considerable las propiedades físicas, químicas y mineralógicas de la ceniza resultante. No obstante, al aplicar condiciones de procesamiento

apropiadas, es posible mejorar la actividad puzolánica (Jittin y otros, 2020).

La ceniza de cáscara de arroz y su capacidad de reacción con la cal la conocemos como reacción puzolánica, según la investigación realizada por (Faray & Rahayu, 2020) donde determinaron que el cemento tiene una mejor resistencia a la humedad y al secado con un aumento significativo en la resistencia de capacidad de compresión del suelo, a diferencia de la cal que no aumenta la durabilidad y resistencia a la compresión, pero el efecto de la ceniza de cáscara de arroz en la mezcla de suelo y cal aumenta la durabilidad a pesar de la reducción en la resistencia a la compresión.

La CCA se genera como un subproducto de la quema controlada de la cáscara de arroz en arroceras, siendo un residuo agroindustrial. Debido a su composición puzolánica, se ha considerado como una opción viable en la industria de la construcción. Además, su amplia disponibilidad en diversos lugares del mundo la hace aún más atractiva para su uso (Ramirez Silva, 2023).

Autores como (Ma y otros, 2020) determinaron que una combinación óptima es con un porcentaje de 12% de CCA y 3% de cal con un curado de 14 días la resistencia a compresión de ese suelo es 2,6 veces mayor que el del suelo en estado natural, es decir, que de acuerdo al autor los días de curado tiene efectos significativos sobre la resistencia, la razón por la que aumenta la resistencia del suelo con la combinación es que el cristal producido por la actividad puzolánica llena los poros del suelo.

En resumen, el objetivo de esta investigación es estudiar las condiciones del terreno y analizar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz y cal, para estabilizar el suelo arcilloso en el sector la Pila-Guayabal en la provincia de Manabí y así encontrar las condiciones óptimas que permita saber qué decisiones tomar respecto a futuras construcciones civiles que se vayan a realizar en el lugar, optimizando el uso de estabilizantes.

2. Materiales y métodos

La presente investigación se caracterizó por un enfoque cuantitativo, alcance descriptivo y correlacional. El material de subrasante obtenido en la provincia de Manabí en el sector la Pila-Guayabal, para extraerlo se empleó una apertura del suelo en un metro cuadrado, descontando 20 centímetros de profundidad de capa vegetal para luego seguir profundizando y extraer 50 cm. Este material fue sometido a condiciones experimentales en el laboratorio de suelos donde realizaron ensayos según las normas, como los ensayos de Límites de Atterberg (AASHTO-T.89, 2021), Proctor Modificado (AASHTO-T.180, 2021) y California Bearing Ratio (CBR), (AASHTO-T.193, 2021). La caracterización de aquel suelo dio como resultado un suelo arcilloso de alta plasticidad conocido como CH mediante la norma SUCS y AASHTO T-89 y T-90.

Tabla 1. Clasificación del suelo

Clasificación	
SUCS	CH
AASHTO	A-7-6

Utilizando la CCA y cal como método estabilizador, se procedió a tamizar la ceniza de cáscara de arroz mediante el tamiz #4 obteniendo el pasante de una cantidad representativa del 99,6% como así lo indica (Behak & Peres Núñez, 2008)

Figura 1. Tamizado de la CCA.



En el diseño experimental para poder determinar la plasticidad del suelo usando los diferentes componentes estabilizadores tales como la CCA y cal se utilizó la cantidad de muestras de 3.000 gramos que fueron asignadas al ensayo Proctor, específicamente de entre 5 a 6 réplicas por tratamiento experimental empleando la norma AASHTO-T180 del ensayo Proctor Modificado, cilindro pequeño de 4 pulgadas. Las muestras para los ensayos CBR fueron separadas en 21 moldes, cada uno con 6.000 gramos, por cada una en los cilindros de las diferentes energías de compactación, como lo refiere en la norma AASHTO T-193.

Determinando la humedad óptima que corresponde a la densidad seca máxima en las diferentes proporciones de los aditivos. Para evaluar el efecto de los aditivos se mantuvo una relación de 1%; 3%; 5% en cal.

Figura 2. Combinación de suelo más cal.



Por lo que se empleó la cantidad de 1%-15%; 3%-15%; 5%-15% de CCA y cal.

Figura 3. Combinación de Cal más CCA



Continuando con los ensayos de California Bearing Ratio (CBR) y Proctor modificado, progresivamente

se lo obtuvo restando la cantidad de material por cada molde del material arcilloso correspondiente, para luego completar con cada uno de los aditivos el peso correspondiente de cada molde en cada ensayo. El tiempo de inmersión que se utilizó en los ensayos de CBR fue de 96 horas, como indica la norma AASHTO T-193.

Además, se empleó un método experimental con técnicas basadas en las normativas de la American Society for Testing and Materials (ASTM). Como instrumentos, se usó la copa de Casagrande, ranurador, espátula, balanza, horno, vidrio Glass Plate, pipeta graduada (ASTM D4318). En el ensayo Proctor se utilizó moldes de 4 pulgadas cuya masa son de 4065 gramos, usando el material a experimentar en 5 capas, cada una compuesta por 25 gramos de material (ASTMD1557). Moldes correspondientes de 6 pulgadas, con un martillo de caída libre de 45.72 centímetros que tiene una masa de 4520 gramos, una prensa de compresión Marshall y deformímetro.

Para el análisis teórico y práctico, se requirió de un conocimiento previo de mecánica de suelos,

fundamentado en textos académicos.

3. Resultados y discusión

Obtenido y extraído la cantidad de material deseado, procedemos a

llevar las muestras al laboratorio para así poder realizar los ensayos y obtener las características físico-mecánicas del suelo de manera natural como se presentarán en la tabla 2.

Tabla 2: Características Físicos-Mecánicas del suelo

Datos	Resultados
Fc (%)	29.70
Límite Líquido LL (%)	60.50
Límite plástico LP (%)	23.95
Densidad máxima seca (kg/cm ³)	1352.00
CBR (%)	2.34

En la tabla 3 se puede presenciar que con el 5% de cal no presenta límite líquido ni mucho menos límite plástico, así mismo con la combinación del 5% de cal+15% de

ceniza de cascara de arroz. Las demás combinaciones sí presentan estos límites de acuerdo con la cantidad de cal y ceniza de cascara de arroz aplicados.

Tabla 3. Límites de Atterberg

Límite de Atterberg			
	Límite Líquido LL (%)	Límite plástico LP (%)	Índice de plasticidad IP (%)
1% CAL	51.13	31.16	19.97
3% CAL	45.54	28.54	17.00
5% CAL	NP	NP	NP
1% CAL+15% CCA	57.87	39.20	18.67
3% CAL+15% CCA	55.54	38.40	17.14
5% CAL+15% CCA	NP	NP	NP

A continuación, en la tabla 4 se presentan los resultados de los ensayos Proctor (modificado) con los

diferentes porcentajes de cal utilizados en dichos ensayos, los cuales fueron el 1%, 3% y 5% de cal,

el cual dichos valores de la tabla fueron obtenidos de la siguiente manera:

El porcentaje de humedad es obtenido mediante un promedio de un mismo porcentaje de humedad, pero de dos recipientes o taras diferentes. En la cual el porcentaje de humedad de un solo recipiente se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$\%W = \frac{MA}{MMS} * 100$$

Donde:

%W= Porcentaje de humedad.

MA=Masa de agua.

MMS= Masa de muestra seca.

Para la densidad seca del suelo este fue obtenido mediante la formula:

$$Ds = \frac{Dh}{1 + \frac{\%W}{100}}$$

Donde:

Ds= Densidad seca del suelo.

Dh= Densidad húmeda del suelo.

%W= Porcentaje de humedad.

Tabla 4. Porcentaje de humedad% y Densidad seca del suelo

1% CAL						
Porcentaje de humedad (%)	12.45	17.33	21	23.04	28.4	
Densidad seca del suelo (kg/cm³)	1360	1533	1554	1552	1460	
3% CAL						
Porcentaje de humedad (%)	10.93	15.47	19.93	24.94	28.18	26.97
Densidad seca del suelo (kg/cm³)	1408	1470	1498	1486	1461	1462
5% CAL						
Porcentaje de humedad (%)	6.8	10.51	14.31	18.75	21.63	24.22
Densidad seca del suelo (kg/cm³)	1401	1464	1499	1554	1560	1499

En el gráfico #1 se observan las curvas de los diferentes porcentajes añadidos de cal, de la cual se obtuvo la máxima densidad seca, y el porcentaje óptimo de humedad, de la

cual estos valores se presentan en la tabla 5. Estos valores fueron obtenidos trazando una línea, donde la abscisa será la humedad óptima, y la ordenada será el punto máximo,

donde se tiende a encontrar la densidad seca máxima.

Gráfico 1. Curva densidad seca máxima vs % de humedad

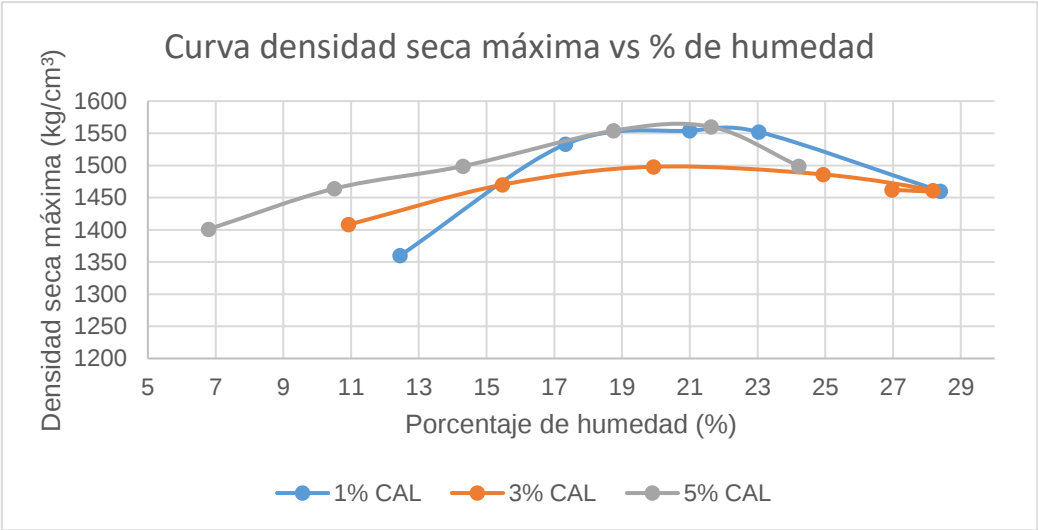


Tabla 5. Densidad seca máxima (kg/cm³) vs Porcentaje Optimo de humedad (%)

Descripción	Densidad seca máxima (kg/cm³).	Humedad Optima (%)
1% CAL	1150	22%
3% CAL	1500	21%
5% CAL	1540	19%

Así mismo como se obtuvieron todos los valores y gráficos con los porcentajes de cal, fueron obtenidos los valores con la combinación de cal y del 15% de ceniza de cascara de

arroz, presentando los siguientes valores, como en la tabla 6, que muestra la obtención del porcentaje de humedad y los valores de la densidad seca del suelo.

Tabla 6. Porcentaje de humedad (%) y Densidad seca del suelo (kg/cm³)

1% CAL+15% CCA					
Porcentaje de humedad (%)	15.81	21.22	25.63	31.92	39.97
Densidad seca del suelo (kg/cm³)	1182	1258	1311	1289	1207
3% CAL+15% CCA					
Porcentaje de humedad (%)	13.41	19.3	24.72	33.12	44.16
Densidad seca del suelo (kg/cm³)	1229	1283	1325	1336	1151

5% CAL+15% CCA					
Porcentaje de humedad (%)	11.24	20.98	29.92	35.63	41.24
Densidad seca del suelo (kg/cm ³)	1205	1362	1327	1305	1205

En el gráfico 2, se pueden evidenciar las curvas generadas, las cuales nos permitieron obtener los valores de la tabla 7, donde se pueden obtener los

valores de la densidad seca máxima y el porcentaje óptimo de humedad para las diferentes combinaciones de cal y ceniza de cascara de arroz.

Gráfico 2. Curva densidad seca máxima vs % de humedad

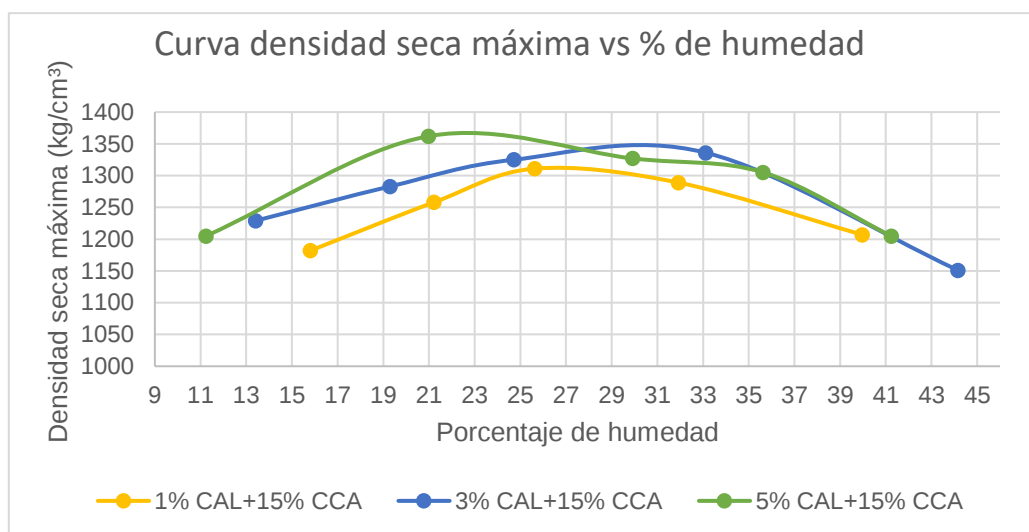


Tabla 7. Densidad seca máxima (kg/cm³) Vs % Porcentaje Optimo de humedad (%)

Descripción	Densidad seca máxima (kg/cm ³).	Humedad Optima (%)
1% CAL+15% CCA	1300	29%
3% CAL+15% CCA	1330	27,5%
5% CAL+15% CCA	1360	26%

En la tabla 8 se presentarán los valores de CBR con los porcentajes añadidos de cal (1%, 3%, 5%), obtenidos mediante ensayos en laboratorios, los cuales, como se pueden mostrar en las tablas, con un

valor de 5% de cal, este presenta la mayor resistencia respecto a las demás, comprobando que con este porcentaje de cal la capacidad de soporte del suelo aumenta con la estabilización.

Tabla 8. Porcentajes utilizados de cal vs Resultados de CBR

Descripción	CBR (%)
1% CAL	49
3% CAL	146
5% CAL	233

Con respecto a las combinaciones de cenizas de cascara de arroz y cal, estos presentaron valores de CBR menores a los obtenidos añadiendo solo cal, pero entre los resultados obtenidos en que aumenta la capacidad de soporte del suelo con la estabilización es la combinación del 5% de cal+15% de ceniza de cascara de arroz, tal como se presentará en la tabla 8 el resumen de resultados.

Tabla 9. Combinación de CCA+Cal Vs Resultados de CBR

5% CAL	CBR (%)
1% CAL+15% CCA	20
3% CAL+15% CCA	82
5% CAL+15% CCA	127

4. Conclusiones

El tipo de suelo encontrado en la zona es un suelo con un tipo de arcilla de calidad pobre con alta plasticidad según las normas SUCS, con un CBR en estado natural de

2,34%, convirtiéndola en una subrasante pobre o inadecuada.

De manera independiente, la cal, a medida que se aumentó el porcentaje, presentó mejores resultados, donde se obtuvo una mayor estabilización estructural. Se puede notar que a medida que aumenta el porcentaje de cal; con un 5% el índice de plasticidad denota un suelo como NP. Por otra parte, notamos que en los ensayos proctor observamos que a medida que se aumentan los porcentajes, la densidad seca máxima se incrementa considerablemente y la humedad óptima disminuye sin mucha dispersión en sus valores. El CBR en relación con el estado natural aumento y mejoro la resistencia considerablemente teniendo un porcentaje óptimo de 5%. El cual tuvo un valor de 233% es decir mejoro 99,6 veces la resistencia del suelo.

La combinación de ceniza de cascara de arroz y cal, comparando respecto a la cal, estas combinaciones también presentan mejorías referentes al suelo natural, al igual que la cal, los límites a medida que aumentan las combinaciones, el suelo pasa a un

estado de no tener plasticidad NP. Así mismo, en los ensayos Proctor, de acuerdo al suelo natural, la densidad máxima seca aumentó a medida se añadieron los diferentes porcentajes de cal y cenizas de cascara de arroz, mientras que la humedad óptima fue en disminución, pero sin que los valores sean dispersos. En relación al CBR, el suelo mejoró su resistencia, teniendo en cuenta que el porcentaje óptimo de combinación es del 5% de cal más 15% de ceniza, teniendo con ese porcentaje una subrasante estabilizada según los resultados obtenidos.

Bibliografía

- AASHTO-T.180. (2021). Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18 in.) Drop. Washington, DC, USA.
- AASHTO-T.193. (2021). Standard Method of Test for The California Bearing Ratio. Washington, DC, USA.
- AASHTO-T.89. (2021). Standard Method of Test for Determining the Liquid Limit of Soils. Washington, DC, USA.
- Al-Taie, A., Disfani, M. M., Evans, R., Arulrajah, A., & Horpibulsuk, S. (2016). Swell-shrink Cycles of Lime Stabilized Expansive Subgrade. *Procedia Engineering*, 143, 615-622. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.083>
- Behak, L., & Peres Núñez, W. (2008). Caracterización de un material compuesto por suelo arenoso, ceniza de cáscara de arroz y cal potencialmente útil para su uso en pavimentación. *Revista ingeniería de construcción*, 23(1), 34-41. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732008000100004>
- Faray, N., & Rahayu, W. (2020). Durability and strength improvement of clayshale using various stabilized materials. *IOP Conference Series. Earth And Environmental Science*, 426(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/426/1/012028>
- Jittin, V., Bahurudeen, A., & Ajinkya, S. D. (2020). Utilisation of rice husk ash for cleaner production of different construction products. *Journal of Cleaner Production*, 263, 121578. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121578>
- Ma, J., Su, Y., Liu, Y., & Tao, X. (2020). Strength and Microfabric of Expansive Soil

- Improved with Rice Husk Ash and Lime. *Advances In Civil Engineering*, 2020(9646205), 1-8.
<https://doi.org/10.1155/2020/9646205>
- Mendis, W., & Pushpakumara, B. (2022). Suitability of Rice Husk Ash (RHA) with lime as a soil stabilizer in geotechnical applications. *International Journal Of Geo-engineering*, 13(1), 4.
<https://doi.org/10.1186/s40703-021-00169-w>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2024). MAG forma parte del Clúster del Arroz, para mejorar la competitividad del sector. Ministerio de Agricultura y Ganadería:
<https://www.agricultura.gob.ec/mag-forma-parte-del-cluster-del-arroz-para-mejorar-la-competitividad-del-sector/>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas [MTOP]. (2013). VOLUMEN N°3 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES.
https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf
- Ramirez Silva, D. M. (2023). Estabilización del suelo con la ceniza de cascarilla de arroz y polietileno (PET) para pavimento. (Título profesional de ingeniería civil). Universidad Señor de Sipán.
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11037>
- Torres, R. A. (2018). Materiales y métodos de construcción en la antigua Roma: OPUS RUMANUM.
- Zambrano-Rendón, V. A., Ortiz-Hernández, E. H., & Alcívar-Moreira, W. S. (2021). Caracterización geotécnica de los suelos de la ciudad de Calceta en la provincia de Manabí. *Polo del Conocimiento*, 6(8), 77-90.
<https://doi.org/10.23857/pc.v6i8.2926>