

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia de la adición de cenizas de ichu y estiércol molido de cuy
en la estabilización de suelos cohesivos en la av. Universitaria,
sector Paturpampa, provincia y departamento
de Huancavelica, 2023**

Patricia Pamela Sotelo De La Cruz
Lorena Jazmin Soriano Prado

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2024

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Jorge Aurelio Ticlla Rivera
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 9 de Diciembre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

Influencia de la Adición de Cenizas de Ichu y Estiércol Molido de Cuy en la Estabilización de Suelos Cohesivos en la Av. Universitaria, sector Paturpampa, provincia y departamento de Huancavelica, 2023

Autores:

1. Lorena Jazmin Soriano Prado – EAP. Ingeniería Civil
2. Patricia Pamela Sotelo De La Cruz – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- | | | |
|---|--|--|
| • Filtro de exclusión de bibliografía | SI ☒ | NO ☐ |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas: 15 | SI ☒ | NO ☐ |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☐ | NO ☒ |

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citados) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos Conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

Asesor de trabajo de investigación

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	15
1.1. Planteamiento y formulación del problema	15
1.1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.1.2. Formulación del Problema	17
1.2. Objetivos	18
1.2.1. Objetivo General	18
1.2.2. Objetivos Específicos.....	18
1.3. Justificación e importancia del estudio	18
1.3.1. Justificación Social	18
1.3.2. Justificación Práctica.....	19
1.3.3. Justificación Teórica	19
1.3.4. Justificación metodológica.....	19
1.4. Delimitación del proyecto	19
1.5. Hipótesis y variables	20
1.5.1. Hipótesis General.....	20
1.5.2. Hipótesis Específica.....	20
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes de la investigación	23
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes Nacionales	24
2.2. Bases teóricas	27
2.2.1. Ichu	27
2.2.2. Cuy.....	27
2.2.3. Suelos.....	28
2.2.4. Estabilización de suelos	31
2.3. Definición de Términos Básicos	32

CAPÍTULO III METODOLOGÍA	33
3.1. Método y alcance de la investigación	33
3.1.1. Enfoque	33
3.1.2. Tipo	33
3.1.3. Nivel o alcance	33
3.2. Diseño de la Investigación	34
3.3. Ubicación, Población y Muestra	37
3.3.1. Ubicación y acceso a la zona de estudio	37
3.3.2. Población o universo:	38
3.3.3. Población de estudio:	38
3.3.4. Muestra:	39
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	50
3.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	50
3.4.2. Validez de instrumentos de Investigación	57
3.4.3. Procedimientos de recolección de datos	61
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	71
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información	71
4.1.1. Cenizas de ichu y cenizas de estiércol molido de cuy en el índice de plasticidad	71
4.1.2. Cenizas de ichu y cenizas de estiércol molido de cuy en la densidad seca	80
4.1.3. Cenizas de ichu y cenizas de estiércol molido de cuy en la capacidad de resistencia	91
4.2. Prueba de Hipótesis	96
4.2.1. Contrastación de Hipótesis 1:	96
4.2.2. Contrastación de Hipótesis 2:	101
4.2.3. Contrastación de Hipótesis 3:	109
4.3. Evaluación Económica Comparativa de Estabilización de Suelos: Método Tradicional vs. Cenizas de Ichu y Cenizas de Estiércol de cuy	115
4.3.1. Evaluación Económica de la Estabilización de Suelos mediante Método Tradicional	115
4.3.2. Evaluación Económica de la Estabilización de Suelos con Cenizas de Ichu y Cenizas de Estiércol de cuy	119
4.3.3. Cuadro Comparativo de Costos: Estabilización Tradicional con Material de Cantera vs. Estabilización con Cenizas	123
4.4. Discusión de resultados	127
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
5.1. Conclusiones	131
5.2. Recomendaciones	133

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135
ANEXOS	139
1. PANEL FOTOGRÁFICO DE LABORATORIO.....	140
2. ENSAYOS DE LABORATORIO	147
3. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS	316
4. ENSAYO DE LA FLUORESCENCIA DE RAYOS X – CENIZAS DE ICHU	319
5. ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X – CENIZAS DE ESTIERCO DE CUY 324	
6. FORMATO DE VALIDACIÓN DE CRITERIOS DE EXPERTOS	329

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de variables.....	21
Tabla 2: Diseño con pre-prueba, post prueba y grupo de control	34
Tabla 3: Ruta de acceso	37
Tabla 4:Coordenadas UTM de las calicatas.....	39
Tabla 5: Número de calicatas para la exploración de suelo	41
Tabla 6: Presentación de Expertos.....	57
Tabla 7: Tabla de rangos para la interpretación de la V de Aiken.....	57
Tabla 8: Resumen de la evaluación de contenido de los ítems de estabilidad volumétrica.....	58
Tabla 9: Resumen de la evaluación de contenido de los ítems de densidad seca	59
Tabla 10: Resumen de la evaluación de contenido de los ítems de capacidad de soporte.....	60
Tabla 11: Resumen de procesos de casos	70
Tabla 12: Estadísticas de fiabilidad	70
Tabla 13: Resumen de límites de consistencia para C1 – C2 – Cenizas de Ichu	71
Tabla 14: Resumen de límites de consistencia para C1 – C2 - Cenizas de Estiércol molido de Cuy.....	73
Tabla 15: Resumen de límites de consistencia para C1 – C2 - Cenizas de Ichu y cenizas de Estiércol molido de Cuy.....	76
Tabla 16: Promedio y nivel de Plasticidad	79
Tabla 17: Máxima densidad seca, mezcla del suelo y cenizas de ichu	80
Tabla 18: Óptimo contenido de humedad mezcla del suelo y cenizas de ichu	81
Tabla 19: Máxima densidad seca, mezcla del suelo y cenizas de estiércol molido de cuy.....	84
Tabla 20: Óptimo contenido de humedad mezcla del suelo y cenizas de ichu	85
Tabla 21: Máxima densidad seca, mezcla del suelo y cenizas de estiércol molido de cuy.....	87
Tabla 22: Óptimo contenido de humedad mezcla del suelo y cenizas de ichu	88
Tabla 23: Resultados del CBR al 95% y categoría de subrasante	92
Tabla 24: Resultados del CBR al 95% y categoría de subrasante	94
Tabla 25: Resultados del CBR al 95% y categoría de subrasante	95
Tabla 26: Test de normalidad – Índice de Plasticidad	96
Tabla 27: Pruebas de homogeneidad de varianzas – Índice de Plasticidad	97
Tabla 28: ANOVA de un Factor - Índice de Plasticidad	97
Tabla 29 : Prueba de Tukey Post-Hoc Test – Índice de plasticidad	98
Tabla 30: Test de Normalidad – Óptimo Contenido de Humedad	102
Tabla 31: Prueba de homogeneidad de varianzas – Óptimo Contenido de Humedad	102
Tabla 32: ANOVA de un factor – Óptimo Contenido de Humedad.....	102
Tabla 33: Prueba de Tukey Post-Hoc Test – Optimo Contenido de Humedad	103

Tabla 34: Test de Normalidad – Máxima Densidad Seca.....	104
Tabla 35: Prueba de homogeneidad de varianzas – Máxima Densidad Seca	104
Tabla 36: ANOVA de un factor – Máxima Densidad Seca.....	105
Tabla 37: Prueba de Tukey Post-Hoc Test – Máxima Densidad Seca.....	106
Tabla 38: Test de normalidad – Capacidad de Soporte	109
Tabla 39: Prueba de homogeneidad de varianzas – Capacidad de Soporte	110
Tabla 40: ANOVA de un factor – Capacidad de Soporte.....	110
Tabla 41: Prueba de Tukey Post-Hoc Test - CBR	111
Tabla 42: Cuadro comparativo de Costos – Estabilización Tradicional vs. Estabilización con cenizas.....	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de suelos según tamaño de partículas. Tomada del “Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). 2014. p. 33.	28
Figura 2. Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASHTO. Tomada del “Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). 2014. p. 32.....	29
Figura 3: Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS. Tomada del “Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). 2014. p. 32.....	30
Figura 4. Correlación de tipos de Suelo AASHTO - SUCS. Tomada del “Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). 2014. p. 35.	31
Figura 5: Ubicación a nivel departamental, provincial y distrital. Tomada de Google Earth. 2024.	37
Figura 6: Muestra de estudio. Tomado del programa Google Earth, 2024.....	38
Figura 7: Progresivas de las calicatas. Tomado del programa Google Earth, 2024.....	39
Figura 8: Equipo SHIMADZU EDX espectrómetro de fluorescencia de rayos X	43
Figura 9: Resultados del análisis de composición química expresado en óxidos mediante Fluorescencia de Rayos X (FRX) de la muestra de cenizas de ichu. Ensayo realizado por el Laboratorio Slab (Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C.)	44
Figura 10: Resultados del análisis de composición química expresados como elementos mediante Fluorescencia de Rayos X (FRX) de la muestra de cenizas de ichu. Ensayo realizado por el Laboratorio Slab (Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C.)	46
Figura 11: Energía de análisis obtenido del ensayo de cenizas de ichu, realizado por el Laboratorio XYZ en 2024.....	46
Figura 12: Resultados del análisis de composición química expresado en óxidos mediante Fluorescencia de Rayos X (FRX) de la muestra de cenizas de estiércol de cuy. Ensayo realizado por el Laboratorio Slab (Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C.)	47
Figura 13: Resultados del análisis de composición química expresados como elementos mediante Fluorescencia de Rayos X (FRX) de la muestra de cenizas de estiércol molido de cuy. Ensayo realizado por el Laboratorio Slab (Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C.)	49
Figura 14: Energía de análisis obtenido del ensayo de cenizas de estiércol de cuy, realizado por el Laboratorio XYZ en 2022.....	49
Figura 15: Ficha de recolección de datos de Estabilidad volumétrica	54

Figura 16: Ficha de recolección de datos de Densidad seca del suelo.....	55
Figura 17: Ficha de recolección de datos de la capacidad de soporte del suelo	56
Figura 18: Diagrama de flujo de la recolección de datos de investigación.....	62
Figura 19: Valores del cálculo del coeficiente de alfa de Cronbach. Tomado de Stracuzzi y Martins Pestana. Metodología de la Investigación Cuantitativa. p. 181.	70
Figura 20: Categoría de la subrasante respecto de IP omada del “Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). 2014. p. 34. .	78
Figura 21: Categorías de la Subrasante. Tomada del “Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). 2014. p. 37.	91
Figura 22: Costo Unitario de Corte en material suelto - Estabilización tradicional	115
Figura 23: Costo Unitario de Corte en roca suelta - Estabilización tradicional	116
Figura 24: Costo Unitario de Relleno con material propio - Estabilización tradicional	116
Figura 25: Costo Unitario de perfilado y compactado de Sub rasante - Estabilización tradicional	117
Figura 26: Costo Unitario de Extracción de material para mejoramiento - Estabilización tradicional	117
Figura 27: Costo Unitario de Selección de material para mejoramiento - Estabilización tradicional	117
Figura 28: Costo Unitario de Carguío - Estabilización tradicional.....	118
Figura 29: Costo Unitario de Transporte - Estabilización tradicional	118
Figura 30: Costo Unitario de Extensión de riego y comparación para mejoramiento - Estabilización tradicional.....	118
Figura 31: Presupuesto de una estabilización de Suelos Granulométrica – 1 tramo.....	119
Figura 32: Costo Unitario de Corte en material suelto – Estabilización con cenizas de Ichu y cenizas de Estiércol de Cuy	119
Figura 33: Costo Unitario de Corte en roca suelta – Estabilización con cenizas de Ichu y cenizas de Estiércol de Cuy	120
Figura 34: Costo Unitario de Relleno con material propio – Estabilización con cenizas de Ichu y cenizas de Estiércol de Cuy	120
Figura 35: Costo Unitario de Perfilado y compactación de Sub rasante – Estabilización con cenizas de Ichu y cenizas de Estiércol de Cuy	120
Figura 36: Costo Unitario de Extracción del Ichu y Acopamiento de estiércol de Cuy – Estabilización con cenizas de Ichu y cenizas de Estiércol de Cuy	121
Figura 37: Costo Unitario de Corte Carguío – Estabilización con cenizas de Ichu y cenizas de Estiércol de Cuy.....	121
Figura 38: Costo Unitario de Transporte – Estabilización con cenizas de Ichu y cenizas de Estiércol de Cuy.....	121

Figura 39: Costo Unitario de Quemado del Ichu y estiércol de Cuy – Estabilización con cenizas de Ichu y cenizas de Estiércol de Cuy.....	122
Figura 40: Costo Unitario de Incorporación de los aditivos – Estabilización con cenizas de Ichu y cenizas de Estiércol de Cuy	122
Figura 41: Costo Unitario de Extensión de riego y compactación para el mejoramiento – Estabilización con cenizas de Ichu y cenizas de Estiércol de Cuy	122
Figura 42: Presupuesto de Estabilización de suelos – Cenizas de Ichu y estiércol de Cuy ...	123

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comportamiento del Índice de Plasticidad de las Cenizas de Ichu – C1-M1	72
Gráfico 2: Comportamiento del Índice de Plasticidad de las Cenizas de Ichu – C1-M2	72
Gráfico 3: Comportamiento del Índice de Plasticidad de las Cenizas de Ichu – C2-M1	72
Gráfico 4: Comportamiento del Índice de Plasticidad de las Cenizas de Ichu – C2-M2	73
Gráfico 5: Comportamiento del Índice de Plasticidad de las Cenizas de Estiércol molido de Cuy – C1-M1	74
Gráfico 6: Comportamiento del Índice de Plasticidad de las Cenizas de Estiércol molido de Cuy – C1-M2	74
Gráfico 7: Comportamiento del Índice de Plasticidad de las Cenizas de Estiércol molido de Cuy – C2-M1	75
Gráfico 8: Comportamiento del Índice de Plasticidad de las Cenizas de Estiércol molido de Cuy – C1-M2	75
Gráfico 9: Comportamiento del Índice de Plasticidad de las Cenizas de Ichu y Estiércol molido de Cuy – C1-M1	76
Gráfico 10: Comportamiento del Índice de Plasticidad de las Cenizas de Ichu y Estiércol molido de Cuy – C1-M2	77
Gráfico 11: Comportamiento del Índice de Plasticidad de las Cenizas de Ichu y Estiércol molido de Cuy – C2-M1	77
Gráfico 12: Comportamiento del Índice de Plasticidad de las Cenizas de Ichu y Estiércol molido de Cuy – C2-M2	78
Gráfico 13: Valores del índice de plasticidad para C1-M1, C1-M2, C2-M1, C2-M2	79
Gráfico 14 :MDS y OCH: suelo natural.....	82
Gráfico 15: MDS y OCH: suelo natural y cenizas de ichu al 5%	82
Gráfico 16: MDS y OCH: suelo natural y cenizas de ichu al 10%	83
Gráfico 17: MDS y OCH: suelo natural y cenizas de ichu al 15%	83
Gráfico 18: MDS y OCH: suelo natural.....	85
Gráfico 19: MDS y OCH: suelo natural y cenizas de estiércol de cuy al 5%	86
Gráfico 20: MDS y OCH: suelo natural y cenizas de estiércol de cuy al 10%	86
Gráfico 21: MDS y OCH: suelo natural y cenizas de estiércol de cuy al 15%	87
Gráfico 22: MDS y OCH: suelo natural.....	89
Gráfico 23: MDS y OCH: suelo natural y cenizas de ichu y cenizas de estiércol de cuy al 5%	89
Gráfico 24: MDS y OCH: suelo natural y cenizas de ichu y cenizas de estiércol de cuy al 10%	90
Gráfico 25: MDS y OCH: suelo natural y cenizas de ichu y cenizas de estiércol al 15%	90

Gráfico 26: Comparación del CBR al 95% - Cenizas de Ichu	91
Gráfico 27: Comparación del CBR al 95% - Cenizas de Estiercol Molido de Cuy.....	93
Gráfico 28: Comparación del CBR al 95% - Combinación de Cenizas de Ichu y Cenizas de Estiercol Molido de Cuy	94

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Vía Universitaria – Sector Paturpampa	17
Fotografía 2: Callqui Chico – Huancavelica.....	63
Fotografía 3: Extracción y empaquetado de Ichu	63
Fotografía 4: Traslado de Ichu	64
Fotografía 5: Proceso de Incineración del Ichu en Horno para la Extracción de Cenizas	65
Fotografía 6: Recolección y enfriamiento de las Cenizas de Ichu por un periodo de 3 días ...	65
Fotografía 7: Identificación de Granjas de Cuyes en Huancavelica y Coordinación para la Recolección de Estiércol Fresco	66
Fotografía 8: Empaque de Estiércol en Sacos para su Transporte y Proceso de Secado del Estiércol de Cuy.....	67
Fotografía 9: Proceso de Tamizado del Estiércol de Cuy	67
Fotografía 10: Depuración progresiva del estiércol	68
Fotografía 11: Proceso de Quemado del Estiércol de Cuy	68
Fotografía 12: Colocación de las Cenizas de Estiércol de Cuy en Recipientes	69
Fotografía 13: Peso las muestras en recipientes - Ensayo de Contenido de Humedad.....	141
Fotografía 14: Secado de las muestras en el horno - Ensayo de Contenido de Humedad	141
Fotografía 15: Ensayo de Análisis Granulométrico.....	142
Fotografía 16: Ensayo de Límite Líquido y Límite Plástico.....	142
Fotografía 17: Ensayo de índice de Plasticidad	143
<i>Fotografía 18: Ensayo de índice de Plasticidad.....</i>	<i>143</i>
Fotografía 19: Ensayo Proctor Modificado.....	144
Fotografía 20: Ensayo Proctor Modificado.....	144
<i>Fotografía 21: Ensayo Proctor Modificado</i>	<i>145</i>
Fotografía 22: Ensayo Proctor Modificado.....	145
Fotografía 23: Ensayo de CBR	146
Fotografía 24: Ensayo de CBR	146

RESUMEN

El presente trabajo de investigación aborda de manera exhaustiva la problemática de suelos cohesivos en la Av. Universitaria, Sector Paturpampa, Huancavelica, proponiendo una solución innovadora mediante la aplicación de cenizas de ichu y estiércol molido de cuy como agentes estabilizadores. Enmarcada en un enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño experimental, se llevaron a cabo pruebas de laboratorio en el año 2023 para evaluar cambios significativos en la estabilización de suelos cohesivos mediante la adición de aditivos como cenizas de ichu y estiércol molido de cuy en concentraciones del 5%, 10% y 15%. El proceso metodológico incluyó la cuidadosa selección de muestras de suelo de la zona de Paturpampa, Distrito y Provincia de Huancavelica, sometidas a pre-pruebas y post-pruebas.

La investigación analiza el efecto de las cenizas de ichu y estiércol molido de cuy (en proporciones del 5%, 10% y 15%) en la estabilidad volumétrica de suelos cohesivos. Los resultados muestran que las cenizas de ichu al 15% logran la mayor mejora, reduciendo el índice de plasticidad a 2.36, según el estándar del MTC para suelos de baja plasticidad ($IP < 7$). Para la máxima densidad seca se alcanzó los valores más altos con el 5% de adición de la combinación de cenizas de ichu y estiércol de cuy, obteniendo un promedio de 1.70 g/cm³ con un contenido óptimo de humedad de 22.31 %. En términos de CBR al 95%, se destacan los valores más altos obtenidos con la adición del 10% de cenizas de estiércol de cuy alcanzando un promedio de 22.57%, evidenciando una mejora significativa en la capacidad de soporte respecto al suelo natural. Estos resultados, respaldados por un enfoque científico sólido, proporcionan fundamentos valiosos para la implementación efectiva de estas prácticas de estabilización en suelos cohesivos, contribuyendo así al avance de la ingeniería civil y a un desarrollo sostenible de las infraestructuras viales.

Palabras Clave: Estabilización, cenizas, cuy, ichu, estiércol, CBR.

ABSTRACT

This research work comprehensively addresses the problem of cohesive soils in Av. Universitaria, Paturpampa Sector, Huancavelica, proposing an innovative solution through the application of ichu ashes and ground guinea pig manure as stabilizing agents. Framed in a quantitative approach, explanatory level and experimental design, laboratory tests were carried out in 2023 to evaluate significant changes in the stabilization of cohesive soils through the addition of additives such as ichu ashes and ground guinea pig manure in concentrations of 5%, 10% and 15%. The methodological process included the careful selection of soil samples from the Paturpampa area, District and Province of Huancavelica, subjected to pre-tests and post-tests.

The research analyzes the effect of ichu ashes and ground guinea pig manure (in proportions of 5%, 10% and 15%) on the volumetric stability of cohesive soils. The results show that 15% ichu ashes achieve the greatest improvement, reducing the plasticity index to 2.36, according to the MTC standard for low plasticity soils ($IP < 7$). For the maximum dry density, the highest values were reached with the 5% addition of the combination of ichu ashes and guinea pig manure, obtaining an average of 1.70 g/cm³ with an optimal moisture content of 22.31%. In terms of CBR at 95%, the highest values obtained with the addition of 10% of guinea pig manure ashes stand out, reaching an average of 22.57%, evidencing a significant improvement in the support capacity with respect to natural soil. These results, supported by a sound scientific approach, provide valuable foundations for the effective implementation of these stabilization practices in cohesive soils, thus contributing to the advancement of civil engineering and to a sustainable development of road infrastructures.

Keywords: Stabilization, ash, guinea pig, ichu, manure, CBR.