

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Estabilización de suelos cohesivos incorporando escoria de
acero con fines de cimentación utilizando un software**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Verónica Mamani Paredes

Brayan Cusi Tutacano

Asesor:

Mg. Gerardo William Pari Quispe

Juliaca, julio de 2025

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Mg. Gerardo William Pari Quispe, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS INCORPORANDO ESCORIA DE ACERO CON FINES DE CIMENTACIÓN UTILIZANDO UN SOFTWARE”** de los autores **Verónica Mamani Paredes y Brayan Cusi Tutacano**, tiene un índice de similitud de 10% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 25 días del mes de Julio del año 2025.



Mg. Gerardo William Pari Quispe

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 22 día(s) del mes de julio del año 2025, siendo las 11:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Mg. Honor Dabery Pari Gusi el (la) secretario(a): Mtro Lennel Chahuano Davos y los demás miembros: Msc. E. C. S.
Mamani Lhaubi y el (la) asesor(a) Mg. Gerardo Williams
Pari Jesus con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:

Estabilización de suelos cohesivos incorporando escoria de acero con fines de cimentación utilizando un software

del(los) bachilleres: a) Verónica Mamani Parado
 b) Prayan Luis Zutaño
 c) _____

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Civil
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron abueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Verónica Mamani Parado

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Buena</u>	<u>Muy Buena</u>

Bachiller (b): Prayan Luis Zutaño

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Buena</u>	<u>Muy Buena</u>

Bachiller (c): _____

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior.
 Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.



 President(a)


 Asesor(a)


 Bachiller (a)


 Miembro


 Bachiller (b)


 Secretario(a)

 Miembro

 Bachiller (c)

Stabilization of Cohesive Soils Incorporating Steel Slag for Foundation Purposes Using Numerical Software

Estabilización de suelos cohesivos incorporando escoria de acero con fines de cimentación utilizando un software

Autores / Authors:

Brayan Cusi Tutacano
Universidad Peruana Union, Puno, Perú
Peruvian Union University, Puno, Peru
Email: brayan.cusi@upeu.edu.pe
Teléfono: +51 986155045
Autor de correspondencia / Corresponding author

Verónica Mamani Paredes
Universidad Peruana Union, Puno, Perú
Peruvian Union University, Puno, Peru
Email: veronica.mamani@upeu.edu.pe
Teléfono: +51 900 967 316

Gerardo William Pari Quispe
Universidad Nestor Caceres Velasquez, Puno, Perú
Nestor Caceres Velasquez University, Puno, Peru
Email: gerardo.pari@upeu.edu.pe
Teléfono: +51 999 999 997

Este artículo se publica bajo la licencia Creative Commons Atribución CC-BY 4.0
This article is published under the Creative Commons Attribution License CC-BY 4.0
(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Resumen:

La estabilización de suelos cohesivos es crucial para evitar asentamientos y fallas estructurales. En este estudio se evaluó el uso de escoria de acero como estabilizante en proporciones de 0%, 20%, 40% y 50%. Se realizaron ensayos de laboratorio y modelación numérica con Plaxis 2D. Los resultados mostraron mejoras significativas en cohesión, densidad y capacidad de carga del suelo. La adición de escoria redujo la plasticidad y mejoró el comportamiento mecánico, siendo una alternativa sostenible para cimentaciones.

Abstract:

The stabilization of cohesive soils is essential to prevent settlements and structural failures. This study evaluated the use of steel slag as a stabilizing agent in proportions of 0%, 20%, 40%, and 50%. Laboratory tests and numerical modeling with Plaxis 2D were conducted. The results showed significant improvements in soil cohesion, density, and bearing capacity. The addition of

slag reduced plasticity and enhanced mechanical behavior, positioning it as a sustainable alternative for foundation applications.

Palabras clave:

Capacidad portante, cimentaciones, estabilización, scoria de acero, suelo cohesivo.

Keywords:

Bearing capacity, foundations, stabilization, steel slag, cohesive soil.

Declaración de interés:

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses financieros o personales que haya influido en el trabajo presentado.

Contribución de los autores (CRediT):

Brayan Cusi Tutacano: Metodología, Investigación, Redacción del borrador original, Visualización.

Verónica Mamani Paredes: Investigación, Redacción, Validación de resultados.

Gerardo William Pari Quispe: Supervisión, Revisión y Edición, Conceptualización.

Declaración de originalidad: El presente manuscrito es original, no ha sido publicado anteriormente, ni se encuentra en proceso de evaluación en otra revista. Los autores se comprometen a no enviarlo a otra publicación mientras se encuentre en evaluación en la Revista Ingeniería de Construcción.

Stabilization of Cohesive Soils Incorporating Steel Slag for Foundation Purposes Using Numerical Software

Estabilización de suelos cohesivos incorporando escoria de acero con fines de cimentación utilizando un software

Verónica Mamani Paredes¹ y Brayán Cusi Tutacano² y Gerardo William Pari Quispe³

ABSTRACT

The stabilization of cohesive soils is crucial to prevent settlements. However, traditional methods, such as the use of cement, generate greenhouse gases, exacerbating climate change. In this context, this research proposes steel slag, an industrial by-product with high environmental impact, as an alternative stabilizing agent. Steel slag was incorporated into cohesive soils in proportions of 0%, 20%, 40%, and 50%, and its effects were evaluated through unconfined compression tests for foundation purposes. Additionally, Plaxis 2D software was used to model the soil behavior under structural loading, aiming to reduce geotechnical risks. In conclusion, increasing the slag content reduces soil plasticity, making it less cohesive and more granular, which improves its SUCS classification. Density and cohesion are also enhanced, increasing the bearing capacity up to 868.81 kPa. This allows for foundation optimization and cost reduction. The deformation analysis indicates that the improved soil is more stable and distributes stresses more efficiently, reducing the risk of structural failure. Thus, steel slag represents a technically and environmentally viable solution for improving low-quality soils.

Keywords: Bearing capacity, foundations, stabilization, steel slag, cohesive soil.

RESUMEN

La estabilización de suelos cohesivos es crucial para evitar asentamientos. Sin embargo, los métodos tradicionales, como el uso de cemento, generan gases de efecto invernadero, lo que agrava el cambio climático. En este contexto, esta investigación propone la escoria de acero, un residuo industrial con alto impacto ambiental, como estabilizante alternativo.

Se incorporaron porcentajes de escoria de 0%, 20%, 40% y 50% en suelos cohesivos, evaluando su efecto mediante ensayos de compresión no confinada, con fines de cimentación. Además, se utilizó el software Plaxis 2D para modelar el comportamiento del suelo bajo carga estructural, con el fin de reducir riesgos geotécnicos.

En conclusión, al aumentar el contenido de escoria, se reduce la plasticidad del suelo, haciéndolo menos cohesivo y más granular, lo que mejora su clasificación SUCS. También se incrementa la densidad y la cohesión, elevando la capacidad de carga hasta 868.81 kPa. Esto permite optimizar cimentaciones y reducir costos. El análisis de deformaciones indica que el suelo mejorado es más estable y distribuye mejor los esfuerzos, disminuyendo el riesgo de falla estructural. Así, la escoria de acero representa una solución técnica y ambientalmente viable para mejorar suelos de baja calidad.

Palabras clave: Capacidad portante, cimentaciones, estabilización, escoria de acero, suelo cohesivo.