



REGISTRO PROTOTIPO

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del prototipo		Eco malla PET reticular de 5 y 10 cm
Grupo(s) de Investigación participantes		CESCO
Línea (s) de investigación		Construcción sostenible
Versión del prototipo		1.0
Fecha de desarrollo (mm/año)		
Lugar de elaboración		Laboratorio de Ingeniería civil USTA Piedecuesta
Origen del prototipo	Proyecto de investigación asociado (convocatoria interna o externa).	Título del proyecto: Evaluación de la cascarilla de arroz caolinizada como alternativa para el mejoramiento de materiales de rellenos o capas de rodamiento sin tratamiento superficial
	Estrategia de formación de capacidades en ciencia tecnología e innovación	Nombre de la convocatoria: X Convocatoria interna de semilleros de investigación 2022 convocatoria de capacidades de ciencia tecnología e innovación
		Tipo de estrategia de CTEI <input checked="" type="checkbox"/> X Semillero de investigación* <input type="checkbox"/> Grupo de estudio* <input type="checkbox"/> Grupo de trabajo* <input type="checkbox"/> Colectivo Académico* <input type="checkbox"/> Joven Investigador* <input checked="" type="checkbox"/> X Trabajo de grado <i>*La estrategia debe estar debidamente registrada en la Dirección de Investigación e Innovación.</i>
		Nombre de la estrategia
Institución financiadora		Universidad Santo Tomás – Seccional Bucaramanga
Disponibilidad (restringido/no restringido)		No restringido
Lugar donde se encuentra el prototipo:		Laboratorio de Ingeniería civil USTA Piedecuesta

2. INFORMACIÓN SOBRE LOS AUTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN O ESTRATEGIA DE CTEI QUE DA ORIGEN AL PROTOTIPO

Nombre	Germán Hernando Acevedo Calderón
CC.	1098661904
Correo	german.acevedo@ustabuca.edu.co
Función en el proyecto o estrategia de CTEI	Investigador Principal
Nombre	Juan Camilo Jerez Gomez
CC.	1095797576
Correo	juan.jerez@ustabuca.edu.co
Función en el proyecto o estrategia de CTEI	Co-investigador
Nombre	Sara Lucia Guayan
CC.	1003965162
Correo	saralucia.guayan@ustabuca.edu.co
Función en el proyecto o estrategia de CTEI	Co-investigadora



Nombre	Stephanie Julieth Gonzalez Oñate
CC.	1006680267
Correo	stephaniejulieth.gonzalez@ustabuca.edu.co
Función en el proyecto o estrategia de CTEI	Co-investigador

3. INFORMACIÓN SOBRE LOS INVENTORES DEL PROTOTIPO

Nombre	Germán Hernando Acevedo Calderón
CC.	1098661904
Correo	german.acevedo@ustabuca.edu.co
Descripción de manera técnica de la contribución en el desarrollo del prototipo	Concepción de la idea. Formulación de la propuesta de investigación. Diseño de la metodología. Supervisión del trabajo experimental. Concepción y validación del prototipo. Identificación del estado de madurez tecnológica. Documentación y registro del prototipo.

Nombre	Juan Camilo Jerez Gomez
CC.	1095797576
Correo	juan.jerez@ustabuca.edu.co
Descripción de manera técnica de la contribución en el desarrollo del prototipo	Concepción de la idea. Formulación de la propuesta de investigación y adquisición de los recursos. Diseño de la metodología. Supervisión del trabajo experimental. Análisis estadístico de los resultados. Concepción y validación del prototipo. Documentación y registro del prototipo.

Nombre	Sara Lucia Guayan
CC.	1003965162
Correo	saralucia.guayan@ustabuca.edu.co
Descripción de manera técnica de la contribución en el desarrollo del prototipo	Concepción de la idea. Formulación de la propuesta de investigación y adquisición de los recursos. Diseño de la metodología. Supervisión del trabajo experimental. Análisis estadístico de los resultados. Concepción y validación del prototipo. Documentación y registro del prototipo.

Nombre	Stephanie Julieth Gonzalez Oñate
CC.	1006680267
Correo	stephaniejulieth.gonzalez@ustabuca.edu.co
Descripción de manera técnica de la contribución en el desarrollo del prototipo	Concepción de la idea. Formulación de la propuesta de investigación y adquisición de los recursos. Diseño de la metodología. Supervisión del trabajo experimental. Análisis estadístico de los resultados. Concepción y validación del prototipo. Documentación y registro del prototipo.



4. DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO

Prototipo de Mejora de Suelos Arcillosos de Baja Plasticidad (CL) con Cascarilla de Arroz Caolinizada

Este prototipo presenta una mejora de suelos arcillosos de baja plasticidad (CL) mediante el uso de cascarilla de arroz caolinizada como aglutinante principal. A diferencia de los enfoques convencionales que emplean cal o cemento, esta innovación se centra en la sostenibilidad y la eficiencia de la cascarilla de arroz caolinizada, un subproducto agrícola ampliamente disponible. La proporción óptima de cascarilla de arroz caolinizada (5% en peso) se mezcla con el suelo CL y se compacta siguiendo las normas y recomendaciones del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), asegurando la conformidad con estándares de ingeniería geotécnica y de construcción.

Este prototipo permite la disminución de partículas volantes en zonas con rasantes expuestas, mejorando significativamente las propiedades mecánicas del suelo, como la cohesión, resistencia a la compresión y la capacidad de carga (CBR), al tiempo que reduce la expansión y contracción del suelo. La cascarilla de arroz caolinizada ofrece una alternativa rentable y respetuosa con el medio ambiente a los métodos tradicionales, contribuyendo a la reducción de la huella de carbono al minimizar las emisiones de CO₂ e incentivando la economía circular al eliminar la práctica de la quema de cascarilla de arroz en vertederos.

5. ELABORACION DEL PROTOTIPO

Materiales y Herramientas:

- Suelo arcilloso de baja plasticidad (CL).
- Cascarilla de arroz caolinizada.
- Equipo de laboratorio geotécnico para pruebas de compactación y resistencia.
- Herramientas de excavación y mezcla.
- Placa de compactación estándar.
- Moldes CBR (California Bearing Ratio).

La elaboración de este prototipo se lleva a cabo en varias etapas meticulosas, garantizando la correcta mezcla y compactación del suelo arcilloso de baja plasticidad (CL) con cascarilla de arroz caolinizada para lograr mejoras significativas en sus propiedades geotécnicas. A continuación, se detallan los pasos clave en el proceso de construcción:

1. **Obtención de la Cascarilla de Arroz Caolinizada (CC):** Se inicia con la obtención de la cascarilla de arroz, que posteriormente es sometida a un proceso de caolinización en una línea térmica.
 - **Secado:** La cascarilla se somete a una temperatura de 125°C durante 1 hora y 20 minutos en la primera etapa para eliminar la humedad presente en la cascarilla.
 - **Carbonización:** A continuación, se lleva a cabo la etapa de carbonización a 175°C durante 1 hora, donde la cascarilla sufre una descomposición térmica parcial, liberando gases y agua y dejando residuos carbonizados.
 - **Caolinización:** La etapa clave es la caolinización a 225°C durante 2 horas, donde los minerales arcillosos presentes en la cascarilla se transforman en minerales de tipo caolinita, mejorando sus propiedades aglutinantes.
2. **Preparación del Suelo Base (Suelo CL):** Se selecciona un suelo arcilloso de baja plasticidad (CL) como sustrato base. Este suelo se caracteriza por su baja resistencia inicial y su comportamiento expansivo.



3. **Mezcla de Materiales:** Se mezcla el suelo CL con un porcentaje específico de CC obtenida en la etapa de caolinización. La mezcla se realiza de manera meticulosa para asegurar una distribución homogénea del aglutinante en el suelo. En este prototipo, se utilizaron diferentes porcentajes de adiciones de CC del 5% con respecto al peso del suelo.
4. **Compactación:** La mezcla suelo-CC se somete a un proceso de compactación controlada para alcanzar la densidad y humedad óptimas. La compactación es fundamental para garantizar un mejoramiento efectivo de las propiedades del suelo.
5. **Pruebas Geotécnicas:** Se realizan pruebas geotécnicas, como ensayos Proctor, de California Bearing Ratio (CBR) y resistencia a la compresión no confinada (Qu), en las muestras mejoradas con CC. Estas pruebas permiten evaluar la efectividad del mejoramiento del suelo en términos de capacidad de carga y resistencia.
6. **Evaluación de Resultados:** Los resultados obtenidos de las pruebas geotécnicas se comparan con los del suelo base (sin mejoramiento) y con otros aglutinantes tradicionales como la cal (CAO) y el cemento (CEM). La comparación permite determinar la eficacia de la adición de CC en la mejora de las propiedades del suelo CL.

Este proceso de elaboración garantiza la construcción de un prototipo que demuestra el contraste y la viabilidad de la cascarilla de arroz caolinizada como aglutinante en la mejora de suelos arcillosos de baja plasticidad, cumpliendo con estándares normativos y promoviendo la sostenibilidad en los procesos de estabilización de partículas volantes latentes en rasantes expuestas.

6. CARACTERÍSTICAS

Característica	SI/NO	Justificación
Es novedoso, es decir, que no existe a nivel mundial.	SI	Sí, este proyecto es novedoso debido a su enfoque innovador que implica el uso de cascarilla de arroz caolinizada, sometida a un proceso de caolinización avanzado, para mejorar las propiedades de suelos arcillosos de baja plasticidad (CL). Esta combinación de factores, incluyendo el proceso de caolinización controlado, la aplicación en suelos específicos y la variación en los porcentajes de adición, distingue esta investigación como una contribución única y valiosa en el campo de la geotecnia y la construcción, ofreciendo soluciones prometedoras a desafíos comunes en la ingeniería civil y geotécnica a nivel global.
Posee un nivel inventivo, lo que equivale a decir, que no es un desarrollo obvio para alguien experto en la materia que trata el invento	NO	Este proyecto no posee un nivel inventivo significativo. Aunque la utilización de la cascarilla de arroz caolinizada en la mejora de suelos es interesante, no representa un enfoque completamente nuevo o revolucionario en el campo de la geotecnia. La aplicación de aditivos o aglutinantes para mejorar las propiedades de los suelos es una práctica bien conocida en la ingeniería civil y geotécnica. Además, la caolinización de la cascarilla de arroz es un proceso químico estándar que se ha utilizado en diversas aplicaciones. Aunque este proyecto puede tener méritos y ventajas específicas, no se puede considerar una invención altamente innovadora o no obvia para expertos en la



		materia debido a la existencia previa de enfoques y técnicas similares en la ingeniería geotécnica.
Puede ser utilizado o fabricado en cualquier industria, es decir, que debe tener una aplicación industrial.	SI	Este prototipo y enfoque de mejora de suelos arcillosos de baja plasticidad con cascarilla de arroz caolinizada tiene potencial para ser utilizado en la industria de la construcción y la geotecnia. La mejora de las propiedades de los suelos es fundamental en la construcción de infraestructuras civiles y edificios, y la utilización de la cascarilla de arroz caolinizada como aglutinante representa una posible aplicación industrial para aumentar la capacidad de carga y estabilidad de los suelos. Además, al ser una técnica que busca reducir la huella de carbono y aprovechar un subproducto agrícola, tiene implicaciones ambientales y sostenibles que son relevantes en la industria de la construcción.

7. **NIVEL DE TRL.** Indique el estado de madurez en que se encuentra la tecnología:

TRL 1: Principios básicos observados y reportados. En esta fase se desarrolla la idea y se comienza la transición de la investigación básica hacia investigación aplicada, pero todavía no hay ninguna actividad o aplicación de negocios concreta.	
TRL 2: Concepto y/o aplicación tecnológica formulada. En esta fase se formula la tecnología y se observan aplicaciones prácticas que pueden llegar a ser una invención, las cuales pueden aún ser especulativas y puede aún no haber pruebas o análisis detallados que confirmen dichas suposiciones.	
TRL 3: Función crítica analítica y experimental y/o prueba de concepto característica. En esta fase inicia la validación de la idea, la cual ya incluye actividades de investigación y desarrollo como estudios analíticos y pruebas a nivel laboratorio para validar físicamente las predicciones de los elementos separados de la tecnología, aunque estos aún no están integrados en un sistema completo	
TRL 4: Validación de componente y/o disposición de los mismos en entorno de laboratorio. En esta fase se integran los componentes básicos o elementos separados de la tecnología y se valida que funcionen en conjunto a nivel laboratorio con el objetivo de identificar el potencial de ampliación y cuestiones operativas.	X
TRL 5: Validación de componente y/o disposición de los mismos en un entorno relevante. En esta fase se desarrolla el primer prototipo, es decir los componentes se integran de forma que la configuración del sistema sea similar a su aplicación final en casi todas sus características, pero su operatividad es aún a nivel laboratorio.	
TRL 6: Modelo de sistema o subsistema o demostración de prototipo en un entorno relevante. En esta fase se realiza la validación del prototipo en condiciones similares a las que se espera vaya a funcionar, por lo que el prototipo debe ser capaz de desarrollar todas las funciones requeridas por un sistema operativo y los procesos se amplían para demostrar el potencial industrial.	
TRL 7: Demostración de sistema o prototipo en un entorno real. En esta fase se demuestra que la tecnología funciona y opera en una escala pre-comercial, usualmente es donde se realiza la primera corrida piloto y pruebas reales para identificar las cuestiones de la fabricación y operaciones finales.	
TRL 8: Sistema completo y certificado a través de pruebas y demostraciones. En esta fase se demuestra que la tecnología funciona y opera en una escala pre-comercial, usualmente es donde se realiza la primera corrida piloto y pruebas reales para identificar las cuestiones de la fabricación y operaciones finales.	
TRL 9: Sistema probado con éxito en entorno real. En esta fase se demuestra que la tecnología funciona y opera en una escala pre-comercial, usualmente es donde se realiza la primera corrida piloto y pruebas reales para identificar las cuestiones de la fabricación y operaciones finales.	



8. **EVIDENCIAS** (incluir evidencias fotográficas)

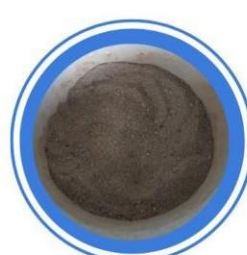
Obtención de la Cascarilla de Arroz Caolinizada (CC)



Preparación del Suelo Base (Suelo CL):



Mezcla de Materiales:



Compactación:





UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS
— BUCARAMANGA —
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SNIES: 1705



Formando
el talento
de **Santander**

Pruebas Geotécnicas:



Evaluación de Resultados



SC4289-1



Acreditación Institucional
Internacional
Otorgada por el IAC CINOA Acuerdo 55 del 9 de mayo - vigencia 5 años

Personería Jurídica 3645 del 6 de agosto de 1965 - NIT 860.012.357-6

PBX: (+57) 607 698 5858 Línea gratuita nacional: 01 8000 917044

CAMPUS BUCARAMANGA Carrera 18 No. 9 - 27

CAMPUS FLORIDABLANCA Carrera 27 No. 180 - 395 Km. 6 Autopista

CAMPUS PIEDECUESTA Finca Colorados Km. 13 Autopista / CAMPUS EL LIMONAL Km. 14 Autopista

www.ustabuca.edu.co



6. RESPONSABILIDAD DE LOS FIRMANTES

El diligenciamiento del presente formato acredita que cada uno de los firmantes manifiestan bajo la gravedad de juramento la veracidad de la información registrada. En el evento en que se llegaren a generar derechos de propiedad intelectual, la información contenida en el presente será derecho probatorio. Los firmantes asumen de manera consciente las obligaciones y responsabilidades derivadas de dicho procedimiento y, de las etapas posteriores al mismo. De igual modo, reconocen que ostentan la titularidad de los derechos morales de autor, en observancia de las disposiciones contenidas en la Ley 23 de 1982 y en las normas concordantes que la modifiquen o adicionen.

7. FIRMAS

(Debe ser firmado por los registrados tanto en el numeral 2 (autores) como en el numeral 3 (inventores) del presente documento)

German Hernando Acevedo Calderón.

German Hernando Acevedo Calderón
Profesor Facultad Ingeniería Civil
Universidad Santo Tomás - Seccional Bucaramanga

Juan Camilo Jerez Gomez

Juan Camilo Jerez Gomez
Profesor Facultad Ingeniería Civil
Universidad Santo Tomás - Seccional Bucaramanga

Sara L. Guayan

Sara Lucía Guayan
Estudiante Facultad Ingeniería Civil
Universidad Santo Tomás - Seccional Bucaramanga

Staphanie Juliette González Oñate

Staphanie Juliette González Oñate
Estudiante Facultad Ingeniería Civil
Universidad Santo Tomás - Seccional Bucaramanga

