

MEJORAMIENTO DE SUELOS GRANULARES CON GEOMALLA TRIAX® E INTERAX® PARA EL SUELO DE FUNDACIÓN DE VÍAS

IMPROVEMENT OF GRANULAR SOILS WITH GEO-GRID TRIAX® AND INTERAX® FOR TRACK FOUNDATION SOIL

TORREZ ORELLANA, L. H., LÓPEZ MEJÍA, E. E.

RESUMEN

El mejorar la capacidad portante de suelos granulares mediante la implementación de geomallas TriAx® e InterAx® en el suelo de fundación de vías. El estudio incluyó ensayos de exploración geotécnica para identificar el suelo granular en la zona, preparación del suelo de fundación en condiciones sueltas y compactadas, y ensayos de placa de carga para determinar la resistencia con la implementación de geomallas TriAx® e InterAx®. Los hallazgos indican una mejora significativa en la capacidad portante del suelo de fundación, respaldando la eficacia de las geomallas en la mejora de las propiedades geotécnicas. El proyecto tiene como objetivo lograr una base de suelo de alta calidad, garantizando seguridad y comodidad en el transporte. La implementación de geomallas en suelos granulares propone una solución económica al reducir la excavación y movimiento de tierras. Esto se justifica por las propiedades físico-mecánicas del suelo, que requieren el refuerzo con geomallas para mejorar la capacidad portante y distribuir tensiones. Este enfoque promueve la sostenibilidad ambiental al reducir la sobreexplotación de canteras y minimizar el impacto ambiental. La opción más efectiva es utilizar geomallas TriAx® en la fundación, demostrando resultados superiores y reduciendo tanto la excavación como los días de trabajo.

PALABRAS CLAVE

Suelos Granulares,
Geomalla,
Fundación de Vías

ABSTRACT

Improving the bearing capacity of granular soils by implementing TriAx® and InterAx® geogrids in the road foundation soil. The study included geotechnical exploration tests to identify the granular soil in the area, foundation soil preparation in loose and compacted conditions, and load plate tests to determine resistance with the implementation of TriAx® and InterAx® geogrids. The findings indicate a significant improvement in the bearing capacity of the foundation soil, supporting the effectiveness of geogrids in improving geotechnical properties. The project aims to achieve a high-quality ground base, guaranteeing safety and comfort in transportation. The implementation of geogrids in granular soils proposes an economical solution by reducing excavation and earthworks. This is justified by the physical-mechanical properties of the soil, which require reinforcement with geogrids to improve the bearing capacity and distribute stresses. This approach promotes environmental sustainability by reducing over-quarrying and minimizing environmental impact. The most effective option is to use TriAx® geogrids in the foundation, demonstrating superior results and reducing both excavation and work days.

KEYWORDS

Granular Soils,
Geogrid,
Road Foundation

INTRODUCCIÓN

La construcción y desarrollo de carreteras representan un aspecto crucial en la infraestructura de transporte que conecta regiones, impulsa la economía y facilita la movilidad de personas y mercancías. Sin embargo, para lograr que estas vías sean seguras y duraderas, es necesario prestar atención cuidadosa al terreno sobre el cual se erigen. En muchos casos, el suelo de fundación en el que se planea construir la carretera no posee la resistencia y capacidad portante requeridas para soportar las cargas que se esperan debido al tráfico vehicular y a las condiciones climáticas cambiantes.

En respuesta a este desafío, la geomalla ha surgido como una técnica geotécnica innovadora y altamente efectiva para mejorar tanto la capacidad portante como la estabilidad de los suelos de fundación en proyectos viales. En los últimos años, esta técnica ha demostrado ser una solución confiable y probada en numerosos proyectos de construcción de carreteras en todo el mundo.

La aplicación de geomallas implica la instalación de una estructura de malla tridimensional fabricada a partir de materiales de alta resistencia, como polímeros o compuestos, directamente en el suelo de fundación. Esta malla actúa como un refuerzo estratégico, redistribuyendo las tensiones y aumentando significativamente la capacidad de carga del suelo. De esta manera, se logra una base sólida y estable sobre la cual se puede construir la carretera.

Los geosintéticos representan una categoría esencial de materiales poliméricos que desempeñan un papel significativo en la ingeniería geotécnica y la construcción civil debido a su versatilidad y capacidad para cumplir una variedad de funciones críticas. Entre las funciones clave de los geosintéticos se incluyen la filtración, la separación, el refuerzo y la estabilización de suelos.

Dentro de esta gama de materiales, las geomallas destacan como un polímero especializado, diseñado principalmente para el refuerzo de suelos, especialmente en aplicaciones relacionadas con pavimentos y superficies de alto tráfico. En el ámbito de las geomallas, las geomallas triaxiales emergen como un producto de vanguardia, diseñado específicamente para enfrentar los desafíos que presenta la construcción de pavimentos sujetos a cargas pesadas y tráfico intenso.

Estas geomallas triaxiales se caracterizan por su singular diseño, que incorpora aberturas triangulares en su estructura. Esta geometría triangular se basa en uno de los principios más sólidos y ampliamente utilizados en la construcción de pavimentos flexibles, ofreciendo ventajas significativas en términos de resistencia y durabilidad.

Las propiedades multidireccionales de las geomallas triaxiales son cruciales en aplicaciones de alto tráfico. Esto se debe a que las cargas ejercidas sobre la superficie del pavimento no siempre actúan en una sola dirección. Las geomallas triaxiales están diseñadas para aprovechar eficazmente la geometría triangular en su estructura para proporcionar una resistencia superior a la deformación y la redistribución de tensiones en múltiples direcciones.

Esta capacidad multidireccional es esencial para mantener la integridad del pavimento, prevenir deformaciones y asegurar la durabilidad a lo largo del tiempo.

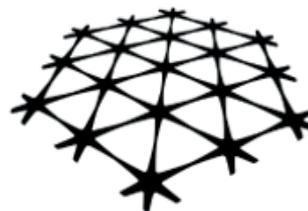


Figura 1. Geomalla Tensor TriAx®

La geomalla InterAx® posee una geometría optimizada para mejorar la interacción entre el suelo y el tráfico, brindando una mejor distribución del paquete estructural al suelo de fundación.

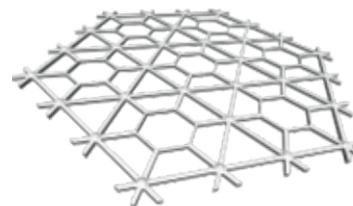


Figura 2: Geomalla Tensor InterAx®

Se evaluaron los efectos de la implementación de geomallas en suelos de fundación que no poseen la resistencia y capacidad portante requeridas.

MÉTODOS Y MATERIALES

Ensayos de exploración geotécnica para la identificación del suelo granular presente en la zona.

Extracción de muestra de la zona (AASHTO T86-70):

La extracción del suelo estudiado se realizó en un terreno ubicado en latitud 17° 52' 28,55" S y longitud 63° 17' 27" O en el municipio de la Guardia, a 14 kilómetros de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

Ensayo de granulometría por tamizado (AASHTO T88-70)

Límites de Atterberg (AASHTO T89-68, AASHTO T90-70)

Clasificación de suelos (AASHTO M145)

Conformación del suelo de fundación en condiciones sueltas y compactadas.

Ensayo de compactación (AASHTO T-180):

Este ensayo es usado para determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos, compactados en un molde de 6 pulgadas de diámetro (152,4 mm), con un martillo de 10 lb (44,5 N), con una altura de caída de 457.2 mm, con el objetivo de determinar el porcentaje de humedad óptima del suelo. Para la generar la curva de compactación se trabajó con 5 puntos de diferentes humedades (6%, 8%, 10%, 12%, 14%).

Ensayo de relación de soporte california CBR (AASHTO T-193)

Limpieza y excavación en zona de prueba:

Las excavaciones se llevaron a cabo en tres áreas de prueba, cada una con dimensiones idénticas de 2 metros de largo, 2 metros de ancho y una profundidad de 0,9 metros. Durante estas excavaciones, se procedió a retirar una capa superficial de suelo vegetal con un espesor de 0,2 metros. Esta capa de suelo vegetal fue cuidadosamente extraída del área de estudio y transportada fuera del sitio de ensayo.



Tendido de geomalla en zona de prueba
 Selección de dimensiones de la geomalla
 Tendido de la geomalla
 Fijación de la geomalla
 Compactación en las zonas de prueba

Ensayo de densidad del suelo en el lugar mediante el método de cono de arena (AASHTO T-191).

Ensayo de placa de carga (AASHTO T-222) al suelo implementando la geomalla TriAx® e InterAx®.

RESULTADOS

La figura 3, muestra la curva granulométrica del suelo elaborada en base a los datos de laboratorio.

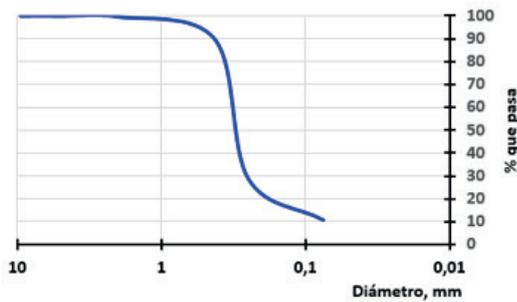


Figura 3. Curva granulométrica del suelo

Tabla 1. Clasificación de suelos sistema AASHTO

Límites Atterberg		Clasificación AASHTO
Límite Líquido	Sin limite	A-2-4(0)
Límite Plástico	Sin limite	

Densidad Húmeda: 2016,0 kg/m³
 Densidad Seca: 1846,2Kg/m³

La figura 4, muestra la curva de compactación del suelo que permite obtener el porcentaje de humedad óptima, 10,70 %.

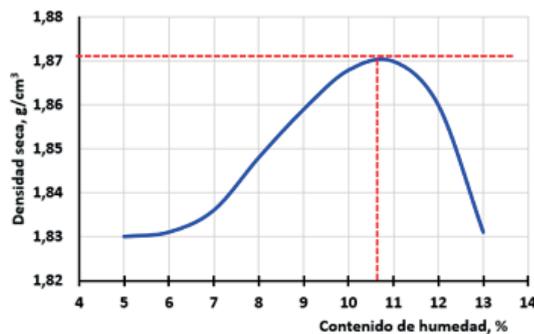


Figura 4. Curva de Compactación del suelo

En la tabla 2, se reportan los resultados del ensayo Relación Soporte California (C.B.R)

Tabla 2. Resumen de ensayo CBR

Descripción	% de CBR a 0.1"	% de CBR a 0.2"
100% Densidad máxima	25,32	32,19
95% Densidad máxima	18,96	26,70

En la tabla 3, se indica la densidad y el grado de compactación.

Tabla 3. Ensayo de densidad in situ

Descripción	Densidad seca de la muestra, g/cm ³	Grado de compactación, %
Suelo natural	1,76	94,16
Suelo con Geomalla Triax®	1,74	93,20
Suelo con Geomalla InterAx®	1,83	97,73

En la figura cinco se reportan las curvas de cargas – asentamiento para los tres ensayos suelo natural, con geomalla TriAx® y geomalla InterAx®.

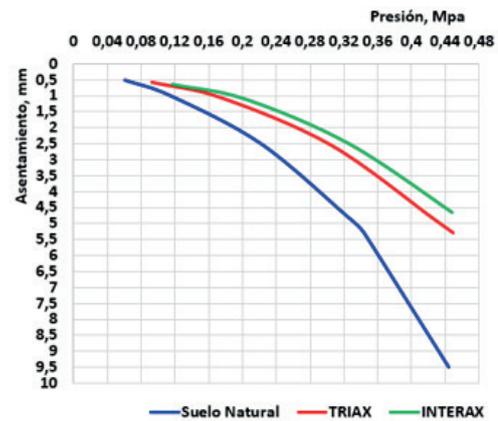


Figura 5. Curvas de Cargas – Asentamientos del suelo natural, con geomalla TriAx y geomalla Triax

En la tabla 4 se reportan los valores de presión, asentamiento Ks para los tres casos.

Tabla 4. Módulos de reacción

Descripción	Presión, Mpa	Asentamiento, m	Ks, Mpa/m
Suelo con InterAx®	0,242	0,00125	193,60
Suelo con TriAx®	0,226	0,00125	180,80
Suelo Natural	0,131	0,00125	104,80

CONCLUSIONES

Se realizaron ensayos de compactación Proctor T-180, obteniendo una densidad seca máxima de 1,871 g y un contenido óptimo de humedad del 10,70%.

Luego, se efectuó el ensayo de Relación de Soporte California (CBR) obteniendo valores de 18,96% al 95% de densidad seca máxima.

Posteriormente al obtenido de los valores de compactación del suelo, que se usaron como parámetros para llevar a cabo la preparación del suelo de fundación, se excavaron 3 zonas de prueba de 2 x 2 x 0,9 m, rellenándolas y compactándolas en capas de 15 cm, seguido de la instalación de geomalla en dos zonas.

Finalmente, se realizó un ensayo de densidad que confirmó que los suelos estaban por encima del 93% del grado de compactación óptimo, lo cual confirmó la correcta preparación de las zonas de prueba.

Los ensayos de carga de placa estática realizados en las tres zonas de prueba, utilizando una excavadora Caterpillar de 23 toneladas como fuerza de reacción, arrojaron resultados significativos.

Se observó que los suelos reforzados con la geomalla del tipo InterAx® NX650 y la geomalla TriAx® TX160, exhibieron una menor deformación y presentaron un incremento en el módulo de reacción del suelo. Para el suelo con InterAx® el módulo de reacción fue de $K_s = 193,60$ Mpa/m; para el suelo con TriAx® fue de $K_s = 180,80$ Mpa/m, en comparación con el suelo natural que dio un módulo de reacción de $K_s 104,80$ Mpa/m, sin ningún tipo de refuerzo.

Estos resultados indicaron claramente una mejora sustancial del suelo de fundación cuando se utiliza geomalla como técnica de refuerzo. Esta evidencia respalda la eficacia de la geomalla en la mejora de las propiedades geotécnicas del suelo de fundación.

REFERENCIAS

- ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS. (2011). MANUAL DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN. GRUPO APIA XXI.
- ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS. (2018). MANUAL DE ENSAYOS DE SUELOS Y MATERIALES. APIA XXI. (2007).
- ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS MANUALES TÉCNICOS PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS.
- L.N., S. (2017). DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES CON REFUERZO DE GEOMALLA TRIAXIAL UTILIZANDO LA METODOLOGIA GIROUND-HAND. HONDURAS.
- TORRES. (2006). UTILIZACIÓN DE LA GEOMALLA COMO REFUERZO. GUATEMALA

CITA

