

ESTUDIO DE LA ADHERENCIA EN LA INTERFAZ SUELO-POLÍMERO Y UNA APROXIMACIÓN NUMÉRICA AL PROBLEMA

Jeimy Rubio, Janny Ruiz

Programa de ingeniería civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia
Bogotá D.C., Colombia

Resumen- Los pernos metálicos son el sistema de estabilización de taludes más usado actualmente, hoy día es el sistema más confiable y efectivo para gran variedad de situaciones, entre sus ventajas se pueden encontrar, el bajo costo, se puede combinar fácilmente con otros sistemas de soportes y es factible de adaptar a condiciones locales, por esta razón se plantea la evaluación del comportamiento de la interfaz suelo-polímero un nuevo material, puede llegar a ser muy conveniente económicamente en un futuro debido a su alto periodo de vida útil y su compatibilidad con el suelo, se realiza la revisión bibliográfica del desarrollo que se ha dado del material en diferentes sistemas constructivos en otros países, formulando en base a esta información el problema a estudiar y de esta manera diseñar el ensayo de laboratorio para realizar lo que será el modelo numérico de la investigación mediante el programa Plaxis, recopilar datos como el esquema de malla de elementos finitos, de desplazamientos totales, distribución de esfuerzos y puntos plásticos de Mohr-Coulomb, analizar los datos obtenidos y concluir si el estudio realizado cumple los objetivos buscados para así de esta manera dar la recomendación de continuar la investigación llevando este modelo numérico del programa Plaxis a un ensayo de laboratorio obteniendo datos más reales.

I. INTRODUCCIÓN

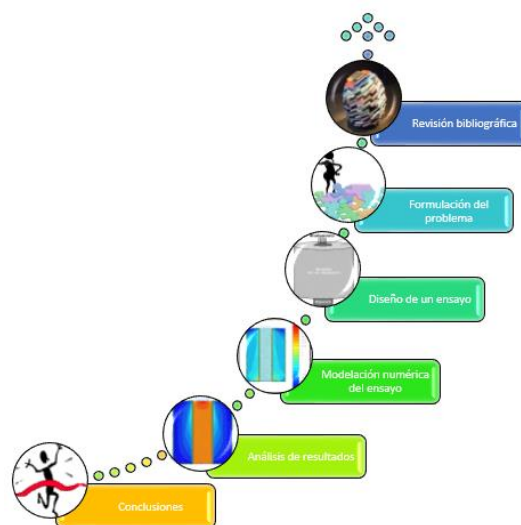
Desde la antigüedad se han empleado materiales naturales como fibras vegetales o pieles sobre suelos blandos con el objetivo de crear una estructura de suelo reforzado, iniciando de esta manera el concepto de refuerzo, algunos ejemplos de estos inicios datan del Imperio Romano donde se han encontrado que en vías que conectaban puntos principales se usaron vestigios de telas y pieles con el propósito de reforzar, en la década de los 60 se comenzaron a usar los primeros textiles en el área de la ingeniería y hasta los 70 comenzó la fabricación de textiles especiales para el refuerzo en obras de ingeniería, desde entonces adoptaron el nombre de geotextiles. [1]

Por medio del presente trabajo de grado se plantea la evaluación del comportamiento de la interface suelo-polímero un nuevo material que a pesar de ser costoso actualmente, puede llegar a ser muy conveniente económicamente en un futuro debido a su alto periodo de vida útil y su compatibilidad con el suelo, se pretende dar una primera definición de esta respuesta y llevar el desarrollo del proyecto a algo más avanzado.

I. METODOLOGÍA.

La presente investigación tiene el propósito de hacer el análisis de compatibilidad del polímero con en suelo, conocer el comportamiento de estos dos materiales por medio de ensayos de laboratorio diseñando el montaje del

ensayo y realizar un modelo numérico preliminar que permita evaluar la posible adherencia desarrollada entre los dos materiales.



1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:

Se realizó una amplia revisión bibliográfica con el fin de generar un estado del arte y analizar la posible problemática a abordar.

Para el desarrollo de esta fase se encuentra que el polímero es un material con la capacidad de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de aquellos materiales que son tratados con este. Adicionalmente, se encontró que en el mundo, se han desarrollado un tipo de anclaje para diferentes usos a base de polímeros, sin embargo acerca del tema se conoce muy poco debido a derechos reservados con respecto a estos productos.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo a soluciones similares con polímeros, se identificó la falta de uso de esta técnica como refuerzo de excavaciones o taludes potencialmente inestables.

3. DISEÑO DEL ENSAYO

En esta fase, se propone el diseño de un ensayo que permita la correcta medición de los desplazamientos generados en la interface analizada.

4. MODELACIÓN NUMÉRICA DEL ENSAYO

A partir del ensayo diseñado, se le darán las características típicas de cada material, y aplicará la carga respectiva.

5. ANALISIS DE RESULTADOS

En el modelo se generarán diagramas de esfuerzos y desplazamiento, para verificar la interacción de estos dos materiales.

6. CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados dados a partir del modelo numérico, se procede a concluir con respecto a la efectividad del método utilizado y la continuidad de la investigación.

II. DISEÑO DEL ENSAYO

Se diseñó un ensayo de laboratorio en el que se presenta una muestra de suelo con un núcleo de polímero, en el que se genera un esfuerzo de arrancamiento (pull-out) en la interface.

El ensayo consta de una muestra de suelo arcilloso con forma cilíndrica el cual representara el suelo que se pretende ser ensayado, en el centro de este cilindro se forma un agujero para introducir el polímero y se tiene como resultado una muestra como la que se muestra a continuación:

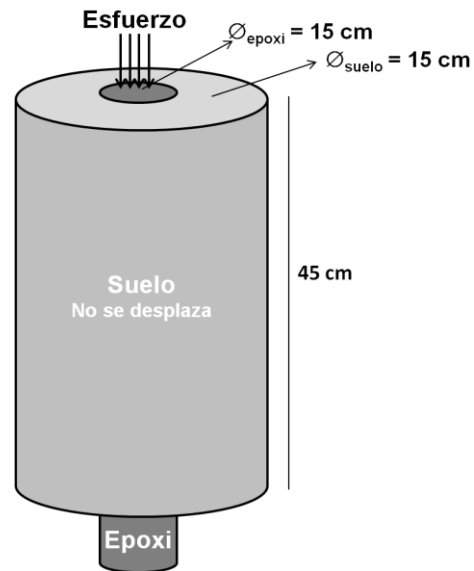


Ilustración1: Esquema del diseño del ensayo.

Sobre este núcleo se genera un esfuerzo permitiendo el libre desplazamiento de este con el fin de obtener datos como respuesta que se producirá entre la interface suelo-polímero, se pretende llevar a cabo este modelo de ensayo al programa Praxis en el cual se analizara desde diferentes aspectos dichocomportamiento y obtener aproximadamente un primer acercamiento de la respuesta del material compuesto.

Se debe tener en cuenta que este ensayo no cuenta con una norma de laboratorio definida debido que es un ensayo que se

está diseñando con el fin de obtener datos y en una fase más avanzada poder llevarlo del modelo numérico de Plaxis a un ensayo real donde se adecuen aparatos del laboratorio para la toma de datos confiables para ser comparados con el modelo numérico.

III. ENCABEZADO PRIMERA PÁGINA

El modelo numérico fue desarrollado y analizado a partir del criterio de falla Mohr- Coulomb, en el cual se plantea que ciertos materiales llegan a la ruptura cuando se da una combinación crítica del esfuerzo cortante y el esfuerzo normal. [2]

El polímero fue modelado como un material elástico, con las siguientes características:

Polimero-Epoxi (material elástico)	
E (Gpa)	2.41
μ	0.38
γ (KN/m ³)	12.5

Tabla1: características polímero.

El suelo (arcilla), fue modelado con un material elástico perfectamente plástico, con las siguientes características:

Arcilla (material elástico, perfectamente plástico)	
C (KN/m ²)	30
ϕ (°)	15
E (KPa)	6000
μ	0.3
γ_{sat} (KN/m ³)	18
γ_h (KN/m ³)	16.7
γ_s (KN/m ³)	15

Tabla2: características suelo.

Posteriormente se desarrolló la malla como se muestra a continuación:

Esquema de malla de elementos finitos deformada

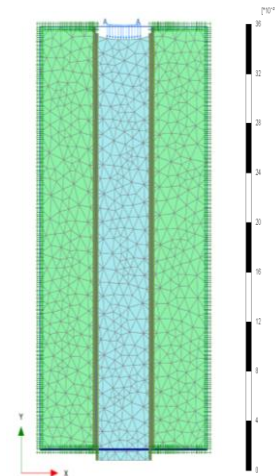


Ilustración 2: Envolvente de falla de Mohr

Por medio del Esquema de Malla de elementos finitos deformada se puede representar el esquema del diseño del ensayo en el cual fue planteado, dando a cada material las propiedades correspondientes. [3]

Se tiene que la parte exterior de color verde es el material arcilloso para el cual

en el programa en que se realiza el modelo se adiciona la restricción en todo su contorno con el propósito que al efectuar el modelo este material no tenga desplazamiento como tal debido que en el entorno real no se desplazara ya que hace parte del talud.

La parte interna del modelo de color azul es la representación del núcleo para el cual no se le aplicara restricción alguna debido a que es el material sobre el cual es ejercido el esfuerzo y es el momento en que ocurra desplazamiento que se realizara la toma de datos para ser analizados y evaluar el comportamiento que se presente en la interface suelo-polímero

Esquema de desplazamientos totales

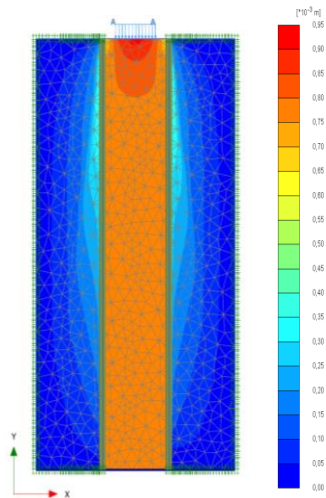


Ilustración 3: Esquema de desplazamientos totales

Por medio del esquema de desplazamientos totales se representa el comportamiento del modelo en el momento en que es aplicada la carga sobre el área del núcleo de polímero.

Se observa que el punto sobre el cual este esfuerzo es generado se tienen los mayores desplazamientos llegando a ser de 1 milímetro y como estos van disminuyendo a lo largo del núcleo sin llegar a ser despreciables

También se presentan desplazamientos a lo largo de la interface suelo-polímero presentándose casi en la parte media de la muestra los mayores datos, puntos sobre los cuales se están presentando los más altos desplazamientos entre la interface.

Esquema de distribución de esfuerzos

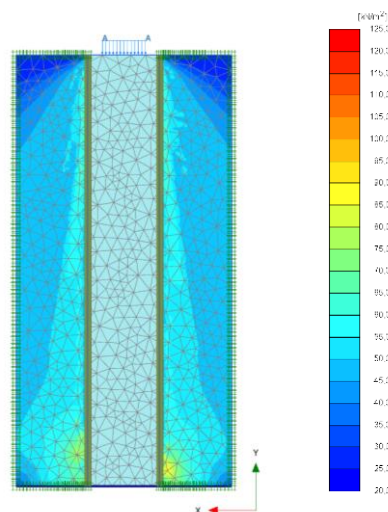


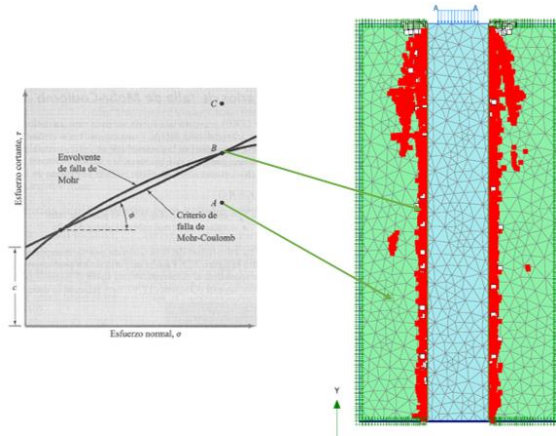
Ilustración 41: Esquema de distribución de esfuerzos

En el esquema anterior se describe claramente la distribución de esfuerzos en el conjunto suelo-polímero.

Se observa que los mayores esfuerzos se concentran en la interface con valores entre 55-70 KN/m².

Esquema de Puntos plásticos Mohr-Coulomb

Con respecto al esquema que representa los puntos plásticos Mohr-Coulomb se observan que la gran mayoría de los puntos en la interface han llegado a la falla y ahora son incapaces de resistir una carga.



Estos puntos A, B y C representan:

- A: El material se encuentra trabajando bajo esfuerzos normal y cortante que aun resiste. No ocurrirá falla a lo largo de ese plano.
- B: El material ha llegado a la curva de la envolvente de falla lo que quiere decir que en este punto ya ha fallado el material bajo es esfuerzo al que fue sometido, a partir de este punto el material no resiste más.
- C: En este punto el material ya ha pasado por la falla, por lo cual no estaría trabajando efectivamente. [4]

IV. REFERENCIAS

[1] Refuerzo De Taludes, Geosoft PAVCO, Disponible en Internet: <URL: http://www.mexichem.com.mx/Sol_Integrales/Geosinteticos/pdfs/Manual_Disen_o_8aEdicion/capitulo_11_Refuerzo_Taludes.pdf.

[2] Teoría de Mohr-coulomb, [En línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://basicmechanics.com/Tema+7+-+Teoria+de+Mhor++Coulomb>.

[3] Programa Plaxis, Disponible en Internet:<URL: <https://upcommons.upe.edu/pfc/bitstream/2099.1/6152/4/03.pdf>.

[4] Envolvente de Falla de Mohr, [En línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://basicmechanics.wikispaces.com/Tema+7+-+Teoria+de+Mhor++Coulomb>.

V. CONCLUSIONES.

- Después de realizada la fase de revisión bibliográfica se identificó que no existen soluciones disponibles que involucren los polímeros como material que trabaje de manera colaborativa con el suelo.
- Se comprobó que la modelación numérica es una herramienta útil para evaluar este tipo de comportamiento en materiales compuestos.
- Mediante el ensayo diseñado de modo conceptual se evidenció la posibilidad de medir en el laboratorio la resistencia de la interface suelo-polímero.
- Se espera desarrollar un ensayo de laboratorio que permita observar el comportamiento real de la respuesta de la adherencia a tracción de los dos materiales.

RECONOCIMIENTO

Se agradece la participación del ing. Juan Carlos Ruge Cárdenas por su dedicación y supervisión permanente para el desarrollo de esta investigación, a la universidad Católica de Colombia y demás docentes que siempre estuvieron dispuestos a resolver cada una de las inquietudes que surgieron a lo largo de la ejecución del proyecto.