

MANUAL DIDÁCTICO SOBRE LOS DIFERENTES MÉTODOS
CONSTRUCTIVOS DE LOS MUROS ANCLADOS CON PANTALLAS Y SU
MODELAMIENTO EN PLAXIS.

CARLOS MAURICIO CALA FLOREZ
DANIEL EDUARDO PABÓN JAIMES

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA

2014

MANUAL DIDÁCTICO SOBRE LOS DIFERENTES MÉTODOS
CONSTRUCTIVOS DE LOS MUROS ANCLADOS CON PANTALLAS Y SU
MODELAMIENTO EN PLAXIS.

CARLOS MAURICIO CALA FLOREZ
DANIEL EDUARDO PABÓN JAIMES

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

DIRECTORA
Ing. MSc. HEBENLY CELIS LEGUIZAMO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA

2014

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo de grado a mi Madre,
Gladys Hortencia Cala Flórez,
gracias a ella con su sacrificio
es que puedo decir que soy quien soy el día de hoy.

También a mi nona Helena, mi nono Hernán
y mi abuelita Angélica, quienes también influyeron en mi
vida durante mi crianza.

Al amor de mi vida, Yenny, quien me apoyo siempre
y siempre buscaba soluciones a los inconvenientes que se
nos presentaban, gracias a ella es que hoy tengo una razón
mas para seguir adelante con mi carrera, con mi vida profesional
y en un futuro continuar con mi formación académica.

A mi hijo, que aunque pequeño siempre me ha enseñado
cuáles son las cosas importantes en la vida.

Y por último, también quisiera agradecerles a mis amigos,
mis compañeros de clases y de trabajos, de los cuales
aprendí que las cosas son mejor cuando se hacen en compañía.

Carlos Mauricio

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado
a mis padres Eduardo Pabón Guerrero
y Amparo Jaimes Montañez,
mi hermana Lizeth Johanna Pabón Jaimes,
mis sobrinas Natalia y Mariana,
demás familiares, amigos y compañeros
quienes hicieron parte de este proceso
del cual me siento orgulloso haber finalizado.

Daniel Eduardo

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por permitir la culminación de este ciclo formativo. También agradecemos a las personas que fueron de apoyo para el desarrollo de este proyecto tal y como lo es nuestra directora de proyecto la ingeniera Hebenly Celis, que además de ser nuestra directora, fue de las personas que nos instruyó en el camino a convertirnos en ingenieros civiles UIS.

Nuestra familia, quienes nos apoyaron inculcándonos valores y permitiendo labrar las metas que hoy en día cumplimos y que sabemos que sin la presencia de ellos hubiese sido algo complicado de lograr.

Y nuestros compañeros, que con su presencia y acompañamiento durante nuestra formación académica hicieron parte de este proceso en nuestra vida universitaria.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
1. GENERALIDADES	18
2. CONTENIDO DEL MANUAL	20
2.1 PANTALLAS ANCLADAS	21
USOS: BUCARAMANGA, ÁREA METROPOLITANA Y SUS ALREDEDORES....	23
2.3 MANEJO EN PLAXIS 2D	24
3. CONCLUSIONES.....	30
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	31
ANEXOS.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pantalla principal de la aplicación del manual.	20
Figura 2. Contenido del menú PANTALLAS ANCLADAS (CONCEPTO) del manual.	21
Figura 3. Anclaje para pantalla anclada. Imagen tomada de: Deslizamientos: técnicas de remediación. Jaime Suarez (www.erosion.com.co), capítulo 4.....	21
Figura 4. Maquinaria de perforación.....	22
Figura 5. Contenido del menú USOS del manual.....	23
Figura 6. Sistema de pantallas ancladas vía San Juan de Girón – Lebrija, Santander. Google Earth.	23
Figura 7. Contenido del menú MANEJO EN PLAXIS 2D (REQUERIMIENTOS DE DISEÑO) del manual.	24
Figura 8. Modelamiento en PLAXIS que se muestra en el video del manual. Geotecnia	26
Figura 9. Gráfica de deformaciones del talud que se presenta en el video del manual. La leyenda de colores indica que rojo es la zona con mayor desplazamiento del terreno.....	26
Figura 10. Deformación máxima del punto más crítico. La línea verde indica la ubicación de ese punto.	27
Figura 11. Análisis de esfuerzos, deformaciones y momentos en el elemento de contención (pantalla). En la figura se presentan las fuerzas axiales de la pantalla. ..	27
Figura 12. Verificación de la fuerza axial a la que está sometida el elemento de anclaje., presente e.....	28
Figura 13. Tablas de resultados del análisis de los elementos.	28
Figura 14. Gráfica de factor de seguridad en el punto de deformación máxima, su obtención se enseña en el video del manual.	29

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Pasos a seguir en el modelamiento de una estructura de contención por medio de pantallas ancladas en PLAXIS	25
--	----

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Encuesta implementación de software especializado para el desarrollo de actividades ingenieriles	33
Anexo B. Aplicación	34
Anexo C. Pantallas ancladas	35
Anexo D. Usos	46
Anexo E. Manejo En Plaxis 2d.....	50

RESUMEN

TÍTULO: MANUAL DIDÁCTICO SOBRE LOS DIFERENTES MÉTODOS CONSTRUCTIVOS DE LOS MUROS ANCLADOS CON PANTALLAS Y SU MODELAMIENTO EN PLAXIS.*

AUTORES: CARLOS MAURICIO CALA FLOREZ,
DANIEL EDUARDO PABÓN JAIMES**

PALABRAS CLAVE: muros anclados, PLAXIS, proceso constructivo, taludes.

DESCRIPCIÓN

En el presente trabajo de grado se dan a conocer las pantallas ancladas por medio de una aplicación ofimática. Esta aplicación muestra conceptos básicos de este método de estabilización de taludes, los principales equipos y herramientas que se usan para su construcción, el proceso constructivo de las pantallas ancladas, también se mencionan algunos usos que se le han dado a esta técnica de estabilización en Bucaramanga, su área metropolitana y alrededores, además cuenta con un ejemplo de modelamiento realizado por medio del software PLAXIS basado en un proyecto ya ejecutado en una importante vía del departamento de Santander. Para el desarrollo de este proyecto de grado se contó con asesorías por parte de personas y profesionales especializados en este campo de la ingeniería civil, quienes a gusto contribuyeron para el desarrollo de esta labor. También, cabe resaltar el aporte proporcionado por parte de un ingeniero de sistemas para el desarrollo de la aplicación. Esta aplicación va dirigida a profesionales, técnicos y estudiantes relacionados con la Ingeniería Civil para complementar su formación académica, en especial en el área de la geotecnia que se encuentra representada en la asignatura de Estabilidad de Taludes que actualmente hace parte del pensum de pregrado de la carrera Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander.

* Proyecto de grado

** Facultad físico mecánica. Escuela de ingeniería civil. Director Hebenly Celis Leguizamo

ABSTRACT

TITLE: TRAINING MANUAL ON DIFFERENT METHODS OF BUILDING WALLS STUCK WITH WALLS AND MODELING IN PLAXIS*.

AUTHORS: Carlos Mauricio Cala Flórez
Daniel Eduardo Pabón Jaimes**

KEYWORDS: anchored walls, PLAXIS, constructive process, slopes.

DESCRIPTION

In this paper grade disclosed anchored walls by an office application. This application shows: basics of this method of slope stabilization, major equipment and tools used for its construction, the construction process of the anchored walls, some applications that have been given to this stabilization technique are also mentioned in Bucaramanga, metropolitan and surrounding area, also has an example of modeling performed by the software PLAXIS project-based in an important route of Santander. For the development of this project grade was included consultancy by people and professionals specialized in the field of civil engineering, who contributed to ease the development of this work. In addition, it is worth noting the contribution provided by a systems engineer for the development of the application. This application is for professionals, technicians and students related to Civil Engineering to complement their academic training, particularly in the area of geotechnics, which is represented in the course of Slope Stability currently, is part of the curriculum of undergraduate Civil Engineering career in Industrial University of Santander.

* Proyecto de grado

** Faculty physical mechanics. School of civil engineering. Director Hebenly Celis Leguizamo

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, estar a la vanguardia de la tecnología es indispensable para sobresalir en la sociedad, quienes se preparan para ser ingenieros no pueden ser la excepción y teniendo en cuenta los muchos campos que abarca la ingeniería Civil, es muy complicado desarrollar todos estos de forma completa durante el programa de pregrado establecido por la universidad, por lo cual, se hace necesario recurrir a otros medios de auto aprendizaje, donde el estudiante en lo posible haga uso de las herramientas disponibles y complemente así el conocimiento ya adquirido. Es por esta razón que cumpliendo con los estándares de excelencia de la Universidad, la cual se ha destacado por ofrecer a la sociedad profesionales altamente capacitados, se ha decidido formar parte de este proceso formativo dando a conocer un sistema de aprendizaje complementario para el desarrollo de una actividad por medio de un manual didáctico.

Para el desarrollo del manual, fue de vital importancia conocer la opinión de estudiantes de ingeniería civil y egresados sobre cómo ha sido o fue el manejo de software especializado durante su proceso de formación y su vida profesional. Por tal motivo se aplicó una encuesta a cincuenta individuos que cumplieran con las características anteriormente mencionadas y en cuyos resultados se evidenció la necesidad de hacer uso de tecnologías computarizadas para el desarrollo del perfil profesional **(ver anexo A)**.

En las asignaturas de Fundaciones y Estabilidad de Taludes se da la orientación teórica respecto al modelamiento de muros con pantallas ancladas, pero al notar la ausencia del uso dirigido de recursos tecnológicos, los cuales para este caso, son de gran utilidad en el desarrollo de los diseños de muros, surge la necesidad de dar a conocer por medio de un sistema didáctico la metodología necesaria para que un estudiante del común que no tenga conocimiento del uso de software

pueda entrar a desarrollar y aplicar los conceptos teóricos aprendidos durante las horas de trabajo dirigido y que a su vez se encuentre en la capacidad de analizar e interpretar los resultados que el sistema computarizado arroje. Para lograr este objetivo se plantea la implementación del programa PLAXIS, diseñado para el análisis de la deformación y estabilidad en la ingeniería geotécnica y que con sus diferentes extensiones ayuda a cumplir con la meta establecida.

1. GENERALIDADES

Dentro del software que se encuentra disponible en ingeniería para este fin destacamos:

GEO5. El programa analiza la estabilidad de taludes de suelo con estratificación generalizada. Se utiliza principalmente para la comprobación de la estabilidad de diques, desmontes y de estructuras de refuerzo ancladas. La superficie de deslizamiento se considera circular (métodos: Bishop, Fellenius/Petterson, Janbu, Morgenstern-Price, Spencer) o poligonal (métodos: Sarma, Janbu, Morgenstern-Price, Spencer). Tomado de <http://www.finesoftware.es/software-geotecnico/>

SLOPE/W. También conocido como GEO-SLOPE, simplemente, es uno de los programas de cálculo de estabilidad de taludes más extendidos y usados debido a que usa métodos de cálculo distintos según las hipótesis de partida particulares y unas condiciones de contorno específicas. Quien no tenga claros los conceptos y los métodos y no haya hecho antes un cálculo a mano debería plantearse hasta qué punto puede (y debe) fiarse de los resultados. Tomado de <http://enriquemontalar.com/manual-de-geo-slope-en-espanol/>

Este trabajo se profundizó en el manejo del programa PLAXIS. Este, es un programa computarizado de elementos finitos en el análisis de dos dimensiones útil para el análisis de la deformación y estabilidad en la ingeniería geotécnica. La geometría del modelo puede ser fácilmente definida según la estructura el modo de suelo y su estructura, por separado, fácilmente se pueden ensamblar y generar resultados en tiempo real del comportamiento independiente y anisotrópico de los suelos y/o roca. (Adaptado de la descripción del software en la página web de PLAXIS)

En el manual del programa notan cada uno de los subprogramas con los que cuenta el PLAXIS, estos están diseñados para cumplir un objetivo como lo es:

- Subprograma de introducción de datos (input):

En este programa se introduce los principales datos con los cuales se va a trabajar, como lo son la topografía del terreno, los perfiles estratigráficos, propiedades hidráulicas del terreno, y las propiedades de cada una de las capas de suelo que se encuentran, las cargas que se presentan o se podrían presentar en el terreno.

- Subprograma de cálculos (calculations)

En este subprograma se encuentra cada uno de los cálculos que se pueden hacer, se encuentran desde análisis plástico, de consolidación, de seguridad y dinámico.

- Subprograma de resultados (output)

En este subprograma se encuentran las opciones necesarias para la elaboración de listas de resultados de las diferentes fases de cálculo que se han introducido en el subprograma de cálculos, para obtener deformaciones y tensiones del terreno, de las estructuras y de las diferentes interfaces que se han dibujado desde el subprograma de introducción de datos. [8]

2. CONTENIDO DEL MANUAL

Se realizó un manual didáctico el cual se presenta de forma interactiva por medio de una aplicación (**ver Figura 1**) que contiene información teórica, imágenes y un video donde se muestra el modelamiento de la estabilización de un talud por medio de pantallas ancladas. (**Ver anexo B**)



Figura 1. Pantalla principal de la aplicación del manual.

Para el desarrollo del contenido de la aplicación el manual está dividido en tres partes:

2.1 PANTALLAS ANCLADAS (Ver Anexo 3):

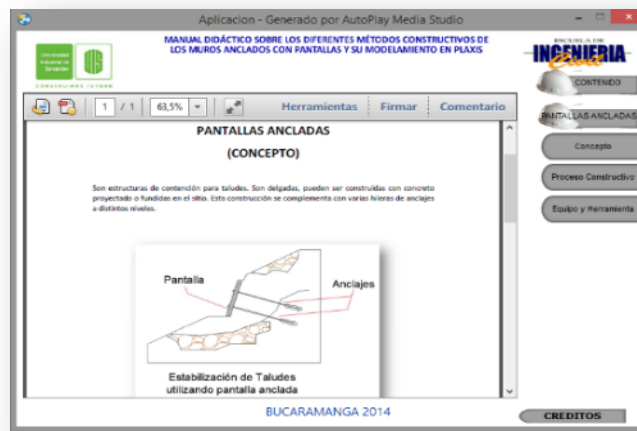


Figura 2. Contenido del menú PANTALLAS ANCLADAS (CONCEPTO) del manual.

En esta parte se da a conocer un breve concepto de qué son las pantallas ancladas explicando la estructura de la misma y uno de sus elementos más importantes como lo es el anclaje. Aunque estos conocimientos son tratados en las clases de Estabilidad de taludes y Fundaciones, el manual estará enfocado en dichos temas de tal forma que las personas que estén interesadas en profundizar sus conocimientos lo logren así no hagan parte de la comunidad universitaria.

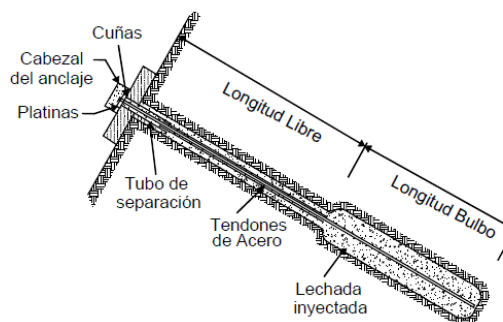


Figura 3. Anclaje para pantalla anclada. Imagen tomada de: Deslizamientos: técnicas de remediación. Jaime Suarez (www.erosion.com.co), capítulo 4.

De igual forma se menciona la adaptación de un paso a paso del proceso constructivo, donde se habla sobre cómo es la construcción de los muros anclados, logrando así dar una idea clara de cómo se realizan en una obra. Las personas que estén utilizando este manual como medio de aprendizaje tendrán conocimiento de los procesos los cuales se pueden poner en práctica en el momento en que en su vida profesional se necesite. Además, se mencionan algunos equipos y herramientas, destacando máquinas de perforación y equipos de tensionamiento, que son de principal uso en la construcción de este sistema de estabilización de taludes.



Figura 4. Maquinaria de perforación.

2.2 USOS: BUCARAMANGA, ÁREA METROPOLITANA Y SUS ALREDEDORES. (Ver Anexo B)

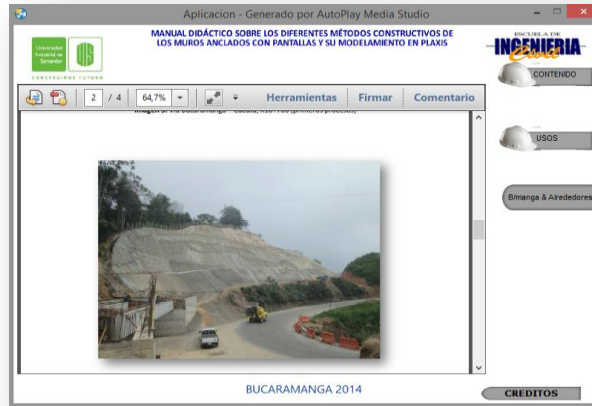


Figura 5. Contenido del menú USOS del manual.

Un componente importante es mostrar a quien esté dando uso al manual, cómo en la ciudad de Bucaramanga, su área metropolitana y lugares aledaños, toma importancia este sistema constructivo, por este motivo esta parte del manual mostramos y mencionamos algunos de los proyectos más importantes ejecutados y en proceso de ejecución.

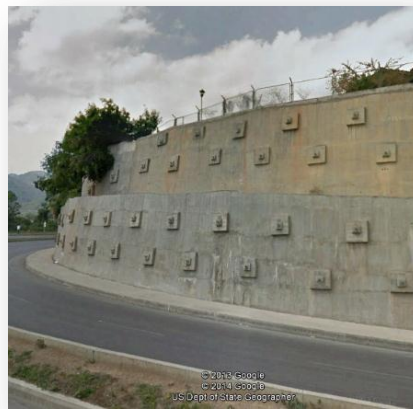


Figura 6. Sistema de pantallas ancladas vía San Juan de Girón – Lebrija, Santander. Google Earth.

2.3 MANEJO EN PLAXIS 2D (Ver Anexo 5):

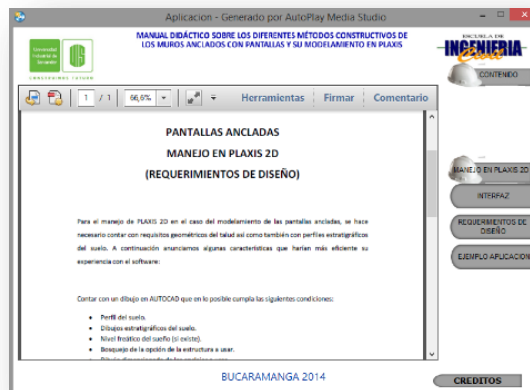


Figura 7. Contenido del menú MANEJO EN PLAXIS 2D (REQUERIMIENTOS DE DISEÑO) del manual.

Esta sección habla de los diferentes comandos que tiene el programa PLAXIS y de cada una de las opciones con las cuales se trabaja el software de tal forma que al momento de hacer seguimiento al ejemplo de aplicación propuesto, la persona haciendo uso de este manual pueda realizarlo sin ningún problema y lograr así aplicar dichos conocimientos a cualquier ejercicio propuesto o trabajo a realizar durante su labor como estudiante o profesional de la ingeniería. Esta fase está basada en consultas previas a manuales propios del programa, además de asesorías por parte de personas que están familiarizadas con el uso de PLAXIS.

Es claro, que para la realización de cualquier tipo de diseño para la estabilización de un talud, en este caso por medio de una pantalla anclada, es necesario contar con unos requisitos mínimos (mencionados en la aplicación) como lo son la topografía del terreno, estudios de suelo, pre dimensionamiento de los elementos constructivos y ubicación de los mismo los cuales son útiles para realizar el modelamiento en el software PLAXIS.

En el video, se evidencian ciertos pasos a seguir en el modelamiento de una

sección de del proyecto correspondiente a la estabilización de taludes una vía de Bucaramanga, procedimiento que describimos a continuación:

Tabla 1. Pasos a seguir en el modelamiento de una estructura de contención por medio de pantallas ancladas en PLAXIS

PASO	DESCRIPCIÓN
1	Dibujo geométrico del talud. En este paso se realiza la adecuación del dibujo del talud desde el programa AUTOCAD y se realiza la importación a PLAXIS.
2	Asignación de propiedades geomecánicas al talud. Según el estudio de suelos y la estratigrafía del terreno se asignan las propiedades a cada estrato de suelo.
3	Chequeo deformaciones del talud en condiciones de terreno natural. Se realiza un análisis por medio de PLAXIS, para conocer las condiciones del terreno antes de su intervención.
4	Verificación de las condiciones del talud según diseños previos. Según los diseños, se realiza un análisis de los cortes del terreno sin aplicar en ellos elementos de contención.
5	Identificar los elementos de contención. En este paso, se determinan que elementos de contención van a ser usados para la estabilización del talud.
6	Colocación de los elementos de contención (anclajes y pantalla) en el modelo. Según los diseños, se procede a dibujar las pantallas y los anclajes como corresponda.
7	Control de diseño del modelo de contención. Se analiza los beneficios para el terreno que tiene el haber diseñado los elementos estructurales para tratar el talud.
8	Cálculo del factor de seguridad. Se obtiene el valor del factor de seguridad del terreno ya tratado.
9	Obtención de resultados. Se muestran los resultados necesarios que hacen factible el diseño, como deformaciones, esfuerzos y desplazamientos tanto del terreno como de los elementos estructurales.

Este modelamiento se logra explicar mediante un video, el cual muestra de forma detallada el desarrollo de cada uno de estos pasos según la información recopilada.

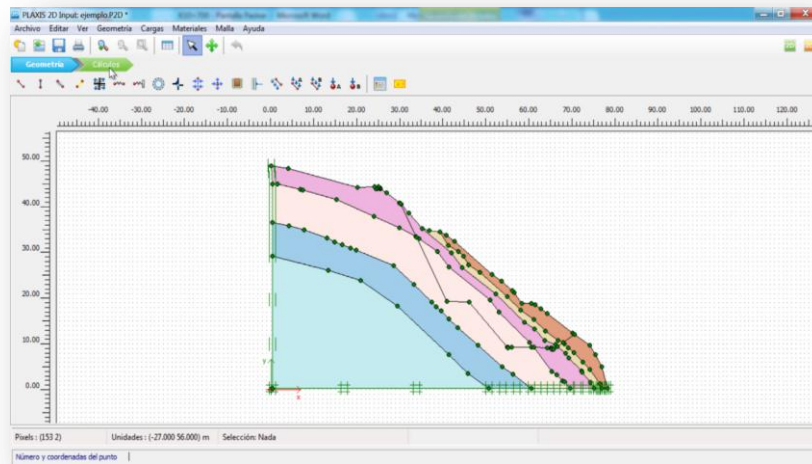


Figura 8. Modelamiento en PLAXIS que se muestra en el video del manual.
Geotecnia

Finalmente PLAXIS nos muestra los siguientes resultados:

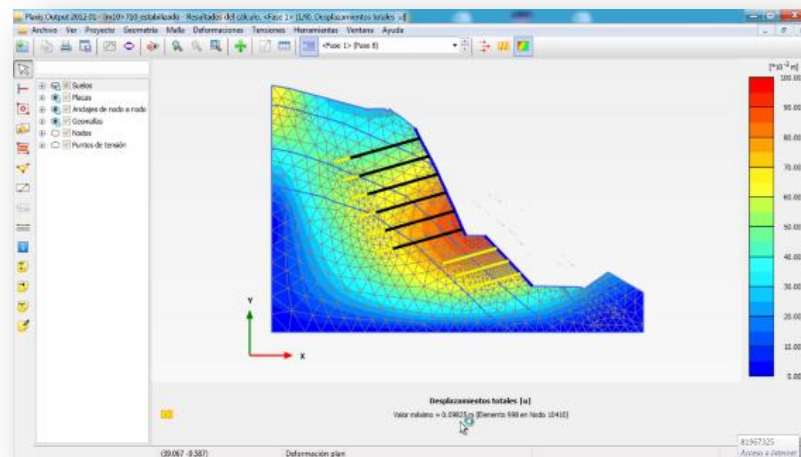


Figura 9. Gráfica de deformaciones del talud que se presenta en el video del manual. La leyenda de colores indica que rojo es la zona con mayor desplazamiento del terreno.

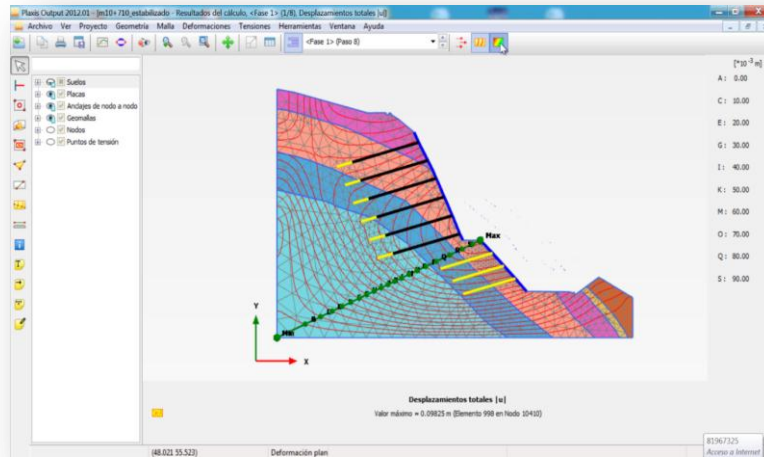


Figura 10. Deformación máxima del punto más crítico. La línea verde indica la ubicación de ese punto.

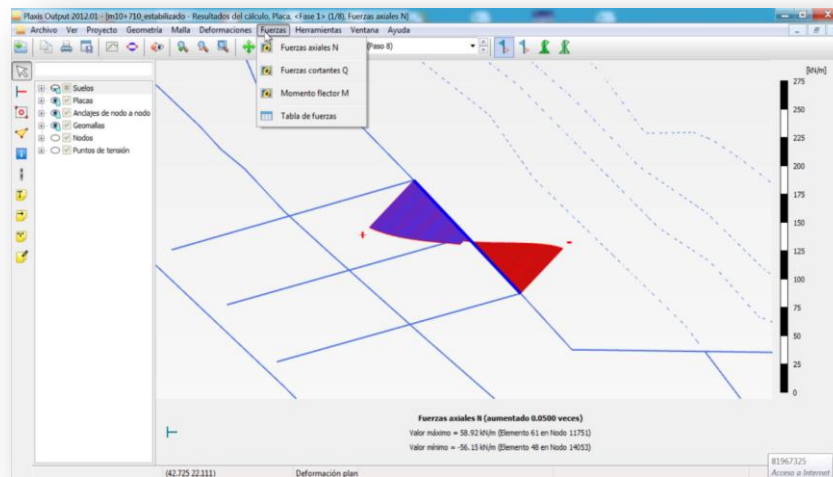


Figura 11. Análisis de esfuerzos, deformaciones y momentos en el elemento de contención (pantalla). En la figura se presentan las fuerzas axiales de la pantalla.

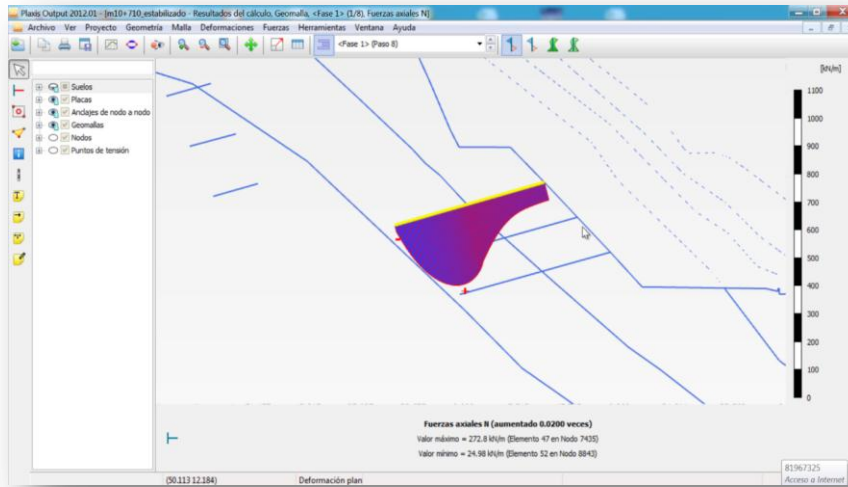


Figura 12. Verificación de la fuerza axial a la que está sometida el elemento de anclaje.

Elemento estructural	Nodo	Número local	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	Q [kN/m]	Q _{max} [kN/m]	Q _{min} [kN/m]	M [kNm]	M _{max} [kNm]	M _{min} [kNm]
Placa 3-52 (placa)	12731	1	51.018	13.261	-22.905	-26.604	0.000	-11.943	-11.943	0.000	-33.933	-34.701	0.000
	12719	2	50.921	13.350	-20.434	-24.148	0.000	-10.882	-10.882	0.000	-35.374	-35.796	0.000
	12720	3	50.832	13.440	-17.962	-21.691	0.000	-9.850	-9.850	0.000	-36.663	-36.796	0.000
	12721	4	50.742	13.529	-15.497	-19.242	0.000	-8.848	-8.848	0.000	-37.864	-37.891	0.000
	13059	5	50.653	13.618	-13.041	-16.810	0.321	-7.877	-7.877	0.000	-38.920	-38.932	0.000
Placa 3-53 (placa)	13059	1	50.653	13.618	-13.046	-16.808	0.321	-7.876	-7.876	0.000	-38.920	-38.932	0.000
	12556	2	50.564	13.708	-10.616	-14.396	1.429	-6.936	-6.936	0.000	-39.855	-39.885	0.000
	12557	3	50.474	13.797	-8.211	-12.011	2.947	-6.029	-6.029	0.000	-40.674	-40.674	0.000
	12558	4	50.385	13.886	-5.841	-9.661	4.730	-5.158	-5.158	0.000	-41.380	-41.380	0.000
	12555	5	50.296	13.976	-3.515	-7.355	6.472	-4.329	-4.329	0.000	-41.979	-41.979	0.000
Placa 3-54 (placa)	12555	1	50.296	13.976	-3.513	-7.353	6.474	-4.324	-4.324	0.000	-41.979	-41.979	0.000
	12540	2	50.206	14.065	-1.241	-5.102	8.167	-3.551	-3.551	0.000	-42.476	-42.476	0.000
	12541	3	50.117	14.154	0.974	-2.910	9.810	-2.832	-2.832	0.000	-42.878	-42.878	0.000
	12542	4	50.028	14.244	3.109	-0.798	11.384	-2.216	-2.216	0.000	-43.197	-43.197	0.000
	12539	5	49.938	14.333	5.144	0.000	12.873	-1.746	-1.746	0.000	-43.445	-43.445	0.000
Placa 3-50 (placa)	13267	1	51.724	12.547	-41.880	-45.500	0.000	-21.541	-21.541	0.000	-17.189	-23.964	0.000
	13211	2	51.635	12.636	-39.654	-43.279	0.000	-20.236	-20.236	0.000	-19.825	-25.050	0.000
	13212	3	51.546	12.725	-37.370	-41.002	0.000	-18.959	-18.959	0.000	-22.299	-26.081	0.000
	13213	4	51.457	12.815	-35.037	-38.677	0.000	-17.712	-17.712	0.000	-24.614	-27.563	0.000
	13207	5	51.367	12.904	-32.665	-36.315	0.000	-16.497	-16.497	0.000	-26.772	-29.222	0.000
Placa 3-51 (placa)	13207	1	51.367	12.904	-32.664	-36.313	0.000	-16.496	-16.496	0.000	-26.772	-29.222	0.000
	12735	2	51.278	12.993	-30.258	-33.918	0.000	-15.312	-15.312	0.000	-28.780	-30.762	0.000

Figura 13. Tablas de resultados del análisis de los elementos.

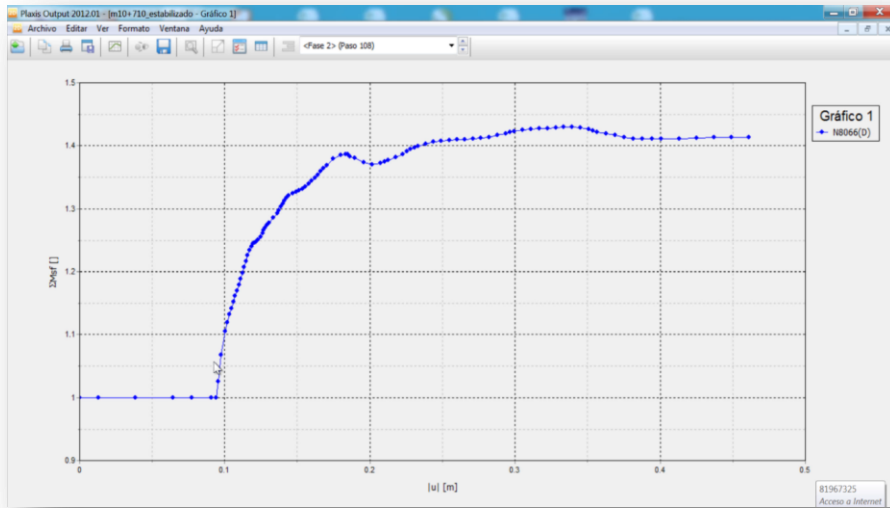


Figura 14. Gráfica de factor de seguridad en el punto de deformación máxima, su obtención se enseña en el video del manual.

3. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del proyecto se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Por medio de la encuesta, se evidenció la carencia de la enseñanza de software especializado para el desarrollo de actividades ingenieriles, a su vez, el interés que presenta la gran mayoría de estudiantes y profesionales en aprender o profundizar sus conocimientos en el uso de este tipo de programas computarizados.
- El uso de los muros anclados con pantallas ancladas como método de estabilización está dado por la complejidad de la estructura a construir y las características del suelo que se está interviniendo para ejecutar la obra.
- PLAXIS permite a sus usuarios realizar de forma fácil el modelamiento de pantallas ancladas, arrojando como resultados información indispensable que permite a quien lo usa aproximaciones a la realidad de cómo se puede estar comportando la obra a realizar ayudando a garantizar la eficacia de sus trabajos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Flórez Rúgeles, Lina M, Hernández J., Cindy C., Toro Rodríguez, Wilfredo (2012) Tesis de grado. Estudio sobre el diseño y construcción de anclajes como elementos de estabilización de taludes. Bucaramanga
- [2] Prada Quintero, José Martin (2010). Control de calidad del proyecto edificio casa Puyana de Urbanas S. A. y elaboración de un manual del proceso constructivo de muros anclados.
- [3] P. J. Sabatini, D. G. Pass, R. C. Bachus (1999), Geotechnical engineering circular No. 4: Ground anchors and anchored systems. Atlanta, Georgia.
- [4] Suarez Díaz, Jaime (2003). Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales, Bucaramanga.
- [5] Suarez Díaz, Jaime. Deslizamientos: técnicas de remediación. Capítulo 4
- [6] Medina Chaparro, Luis David., Gutiérrez Castro, Lizeth Johanna., Merchán, Vladimir (2012) Tesis de grado. Estudio del diseño de pantallas ancladas y del proceso constructivo en el área metropolitana de Bucaramanga. Bucaramanga
- [7] Coronel Gutiérrez, Reynaldo A., Tavera Calderón, Raúl F., Bautista, Gerardo (2010) Tesis de grado. Lecciones aprendidas en la estabilización de taludes con pantallas ancladas. Floridablanca
- [8] Manual del programa PLAXIS <http://www.plaxis.nl/plaxis2d/>

BIBLIOGRAFÍA

Coronel Gutiérrez, Reynaldo A., Tavera Calderón, Raúl F., Bautista, Gerardo (2010) Tesis de grado. Lecciones aprendidas en la estabilización de taludes con pantallas ancladas. Floridablanca

Flórez Rúgeles, Lina M, Hernández J., Cindy C., Toro Rodríguez, Wilfredo (2012) Tesis de grado. Estudio sobre el diseño y construcción de anclajes como elementos de estabilización de taludes. Bucaramanga

Manual del programa PLAXIS <http://www.plaxis.nl/plaxis2d/>

Medina Chaparro, Luis David., Gutiérrez Castro, Lizeth Johanna., Merchán, Vladimir (2012) Tesis de grado. Estudio del diseño de pantallas ancladas y del proceso constructivo en el área metropolitana de Bucaramanga. Bucaramanga

P. J. Sabatini, D. G. Pass, R. C. Bachus (1999), Geotechnical engineering circular No. 4: Ground anchors and anchored systems. Atlanta, Georgia.

Prada Quintero, José Martin (2010). Control de calidad del proyecto edificio casa Puyana de Urbanas S. A. y elaboración de un manual del proceso constructivo de muros anclados.

Suarez Díaz, Jaime (2003). Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales, Bucaramanga.

Suarez Díaz, Jaime. Deslizamientos: técnicas de remediación. Capítulo 4

ANEXOS

Anexo A. Encuesta implementación de software especializado para el desarrollo de actividades ingenieriles

1. En sus actividades y en su desarrollo como estudiante o ingeniero, ¿emplea algún software especializado (aparte del paquete básico de Microsoft office)?

Si 80%

No 20%

2. Si su respuesta es positiva, ¿el software le fue enseñado en alguna de las materias incluidas en el pensum de la carrera, con horario exclusivo a la enseñanza de dicho programa?

Si 38%

No 62%

3. ¿Considera que la enseñanza del uso de software especializado está al alcance de todas las personas dedicadas a las actividades relacionadas con la ingeniería?

Si 42%

No 58%

4. ¿Utiliza herramientas informáticas como el internet para aprender o profundizar sus conocimientos respecto a algún software especializado?

Si 88%

No 12%

5. ¿Utilizaría manuales explícitos que den ejemplos sobre las herramientas básicas de un software y que a su vez sirvan para dar solución a algunas labores que le sean asignadas dentro de su perfil como estudiante o profesional?

Si 92%

No 8%

6. Si solo dependiera de usted, ¿despertaría su curiosidad de aprender a usar las herramientas básicas de algún software especializado?

Si 88%

No 12%

Anexo B. Aplicación

Ver CD que contiene la aplicación.

Anexo C. Pantallas ancladas

En este anexo se presenta el contenido PDF de la aplicación en el contenido **PANTALLAS ANCLADAS.**

(CONCEPTO)

Muros Anclados [1]

Los muros anclados son estructuras de gravedad, semigravedad o pantallas; que se sostienen mediante anclas pretensadas con bulbos profundos. Los muros anclados pueden ser de varios tipos:

- **Muros de gravedad o semigravedad.** Las estructuras de gravedad son muros de concreto armado, a los cuales se les adicionan anclas pretensadas a varios niveles de altura.
- **Pantallas.** Son pantallas delgadas de concreto armado, las cuales se pueden construir utilizando concreto proyectado o fundidas en el sitio. A las pantallas de concreto se les colocan hileras de anclas a varios niveles. Las pantallas también pueden ser preexcavadas utilizando el sistema de “slurry wall”.
- **Tablestacas.** Estructuras delgadas enterradas, metálicas o de concreto armado, ancladas en su parte superior. Una variante del sistema son los pilotes tangentes/secantes.

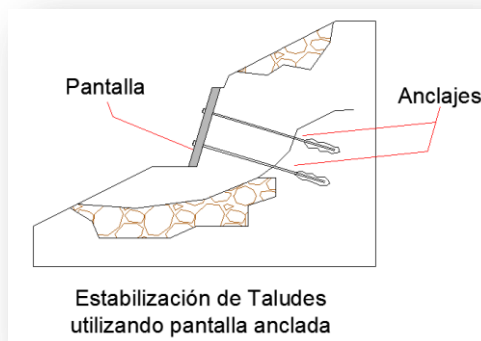


Imagen 1. Pantalla anclada. Imagen adaptada de: *Deslizamientos: técnicas de remediación.* Jaime Suarez (www.erosion.com.co), capítulo 4.

[1] Fuente: Suarez, Jaime. Deslizamientos: técnicas de remediación. Capítulo 4

Los anclajes, son los elementos por medio de los cuales la estructura de contención queda adherida al terreno cumpliendo así la función de estabilizar el

talud. Los anclajes se subdividen en anclajes activos y anclajes pasivos, según lo requiera el diseño.

Su estructura, es la que se presenta a continuación:

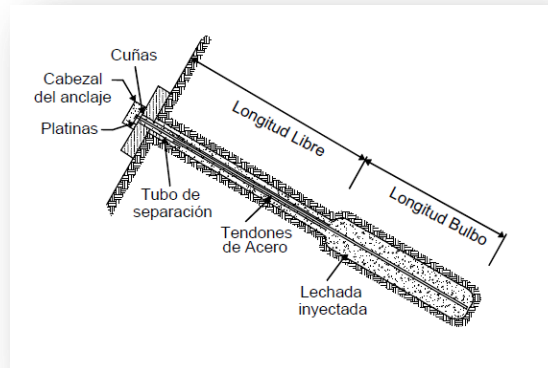


Imagen 2. Anclaje para pantalla anclada. Imagen tomada de: *Deslizamientos: técnicas de remediación. Jaime Suarez (www.erosion.com.co), capítulo 4.*

Para la construcción de los anclajes, se hace necesario contar con materiales como torones, varillas de acero, tubería de inyección, punta metálica, separadores, manguera de protección, entre otros.

(PROCESO CONSTRUCTIVO)

Para poder ejecutar un debido proceso constructivo, presentamos a continuación un procedimiento para el diseño de estructuras con anclas pretensadas.

1. Determinar viabilidad del uso de la estructura anclada.
2. Análisis de la información geotécnica: topografía, extensión lateral, perfil de suelo, niveles freáticos, parámetros para el análisis, superficie de falla, sismicidad, etc.
3. Escoger el tipo de estructura: aunque en este caso trabajaremos enfocándonos en muros anclados acá solo se tendrá en cuenta el pre dimensionamiento de los elementos superficiales de la estructura, altura, inclinación, localización probable, procedimiento constructivo, etc.
4. Evaluar las presiones de tierra: seleccionar la distribución de presiones de tierra que actúan sobre la cara posterior de la estructura supuesta. Incluir fuerzas sísmicas, de agua, expansión del suelo etc.
5. Evaluar el factor de seguridad del talud existente: Analizar el factor de seguridad a falla del talud conformado para la colocación de la estructura, pero sin la estructura anclada.
6. Suponer heurísticamente la localización, inclinación y longitud de las anclas según los datos ya obtenidos.

7. Calcular por ensayo y error las tensiones que se deben aplicar a cada ancla: se requiere lograr un factor de seguridad para contrarrestar las presiones de tierra, y los factores de seguridad para estabilidad estática y dinámica del talud, los dos análisis se harán por separado y en ambos casos se deben cumplir los factores de seguridad.
8. Diseñar el tipo de ancla: cable o varilla de acero, tipo de inyección, diámetro de perforación.
9. Diseñar longitud y características de los bulbos: en este paso se calcularán los factores de seguridad al arrancamiento.
10. Diseñar las estructuras superficiales: se debe chequear la capacidad de soporte y los esfuerzos internos a cortante y flexión, y realizar el diseño estructural. Proyectar los elementos de la fachada. Los elementos de fachada deben diseñarse para punzonamiento y capacidad de soporte. Se deben calcular los asentamientos o deformaciones del suelo por acción de las cargas.

Adaptado de: *Deslizamientos: técnicas de remediación*. Jaime Suarez (www.erosion.com.co), capítulo 4.

PROCESO CONSTRUCTIVO PANTALLAS ANCLADAS:



Imagen 1. Proceso de estabilización de talud K10+700 vía Bucaramanga – Cúcuta. Consorcio vías nacionales.

1. Excavación: la excavación se realiza teniendo en cuenta los chaflanes de corte para no desestabilizar el talud. El proceso se hace por medio de terrazas las cuales depende de la separación de los anclajes y también del tipo de suelo. Estas terrazas sirven también para se puedan realizar los demás trabajos posteriores y como elemento de contención en el pie del talud.



Imagen 2. Excavaciones. Google imágenes.

2. Perforación: la perforación se realiza con equipos especializados los cuales abren los orificios donde irá el anclaje. Cuando el material donde se está realizando la perforación es inestable se hace necesario la utilización de camisas, las cuales consisten en tubos de acero que permiten el paso y posterior extracción de la broca, estas camisas se pueden recuperar una vez se hubiese colocado el anclaje y a medida que se va retirando del orificio se va realizando la inyección de la lechada.



Imagen 3. Proceso de perforación

3. Colocación del anclaje: según el diseño este puede ser activo o pasivo. Los anclajes pasivos constan de barras de acero en forma de L, las cuales se insertan en la perforación y se traslapan con la malla electrosoldada para que la después del lanzado de concreto estos trabajen conjuntamente. Los anclajes activos son generalmente contruidos con torones (un numero de alambres que están enrollados helicoidalmente) los cuales con ayuda de tubos de pvc o acero junto con unos separadores se arman según diseño, para que juntos formen una sola estructura.



Imagen 4. Colocación de la malla electrosoldada.

4. Inyección de lechada: la inyección de la lechada se realiza posterior a la colocación de los anclajes y se puede realizar a presión para que de esta forma genere un bulbo el cual al estar en contacto con el suelo será el encargado de generar la fuerza que se necesita para poder estabilizar el talud.

5. Lanzado de concreto: este proceso consiste en que con ayuda de una bomba (swing o aliva) se lanza concreto perpendicular a la superficie y procurando que no se genere rebote del material y que de un espesor constante, esto se realiza posterior a la inyección de la lechada. La función del concreto lanzado junto con la malla electrosoldada es la de generar una pantalla que cumpla con las funciones de evitar la erosión superficial y también permitir que el suelo se contenga en caso de una falla del talud.



Imagen 5. Bomba aliva. Google imágenes.



Imagen 6. Bomba swing. Google imágenes.



Imagen 7. Lanzado de concreto

Algunas variantes:

- a) Muros anclados: generalmente se construyen para la realización de excavaciones profundas o sótanos, también son considerados así cuando el espesor del concreto es superior de 20 cm y en su interior en lugar de malla electro soldada tienen acero figurado.



Imagen 8. Contenciones sector Bella Vista, Floridablanca.

- b) Vigas ancladas: estas se construyen cuando se quiere que una hilera de anclajes trabajen conjuntamente en toda la longitud y no solo en los puntos localizados, estas vigas generan una complejidad al momento de su construcción al tener que colocar formaleta para la viga y el vaciado del concreto.



Imagen 9. Viga anclada K10+700 vía Bucaramanga – Cúcuta. Consorcio vías nacionales.

- c) Pantallas activas: en las pantallas activas se debe realizar el proceso de tensionamiento de los anclajes, el cual consiste en que con ayuda de un gato hidráulico se tensiona gradualmente cada uno de los torones hasta que se llega a la carga de diseño. Este proceso induce esfuerzos de compresión en el suelo lo que genera un confinamiento al terreno.



Imagen 10. Pantalla anclada (con anclajes activos) K10+700 vía Bucaramanga – Cúcuta. Consorcio vías nacionales.

(EQUIPOS Y HERRAMIENTAS)

Estas son las principales herramientas por medio de las cuales es posible la construcción de las pantallas ancladas:



Imagen 1. Anclaje para pos tensado de filamentos múltiples.



Imagen 2. Gato cilindro tensor multifilar.



Imagen 3. Equipo de inyección de lechada.



Imagen 4. Máquina perforadora.

Anexo D. Usos

(USOS)

En este anexo se presenta el contenido PDF de la aplicación en el contenido **USOS**.

Según la viabilidad de la estructura, los estudios del terreno y demás factores se decide o no sobre el uso de este método de estabilización. En Bucaramanga, su área metropolitana y alrededores, se ha percibido como usos principales:

- La estabilización de taludes para la construcción de vías vehiculares.

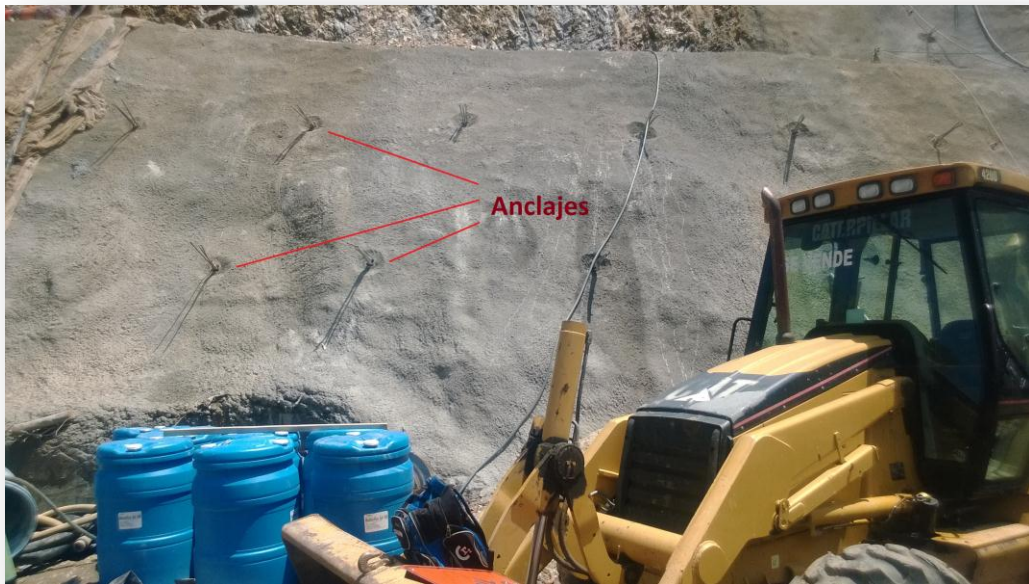


Imagen 1. Sector la Maraña, Bucaramanga.



Imagen 2. Sector la Maraña, Bucaramanga.



Imagen 3. Vía Bucaramanga – Cúcuta, K10+700 (primeros procesos)



Imagen 4. Vía Bucaramanga – Cúcuta, K10+700 (final)

- Solución de estabilización de taludes para construcción de edificaciones.



Imagen 5. Estabilización de terreno edificio Green Gold, Bucaramanga.
Fuente: Google



Imagen 6. Contenciones sector Bella Vista, Floridablanca.



Imagen 7. Contenciones sector Bella Vista, Floridablanca.

Algunas otras obras en las cuales se han empleado pantallas ancladas en Bucaramanga y su área metropolitana:

- ✓ Sótano centro comercial Mega Mall, Bucaramanga
- ✓ Sótano centro comercial La Florida, Floridablanca
- ✓ Contención de taludes Condominio Cacique Gold club, Bucaramanga
- ✓ Contención de taludes vía San Juan de Girón – Lebrija

Anexo E. Manejo En Plaxis 2d

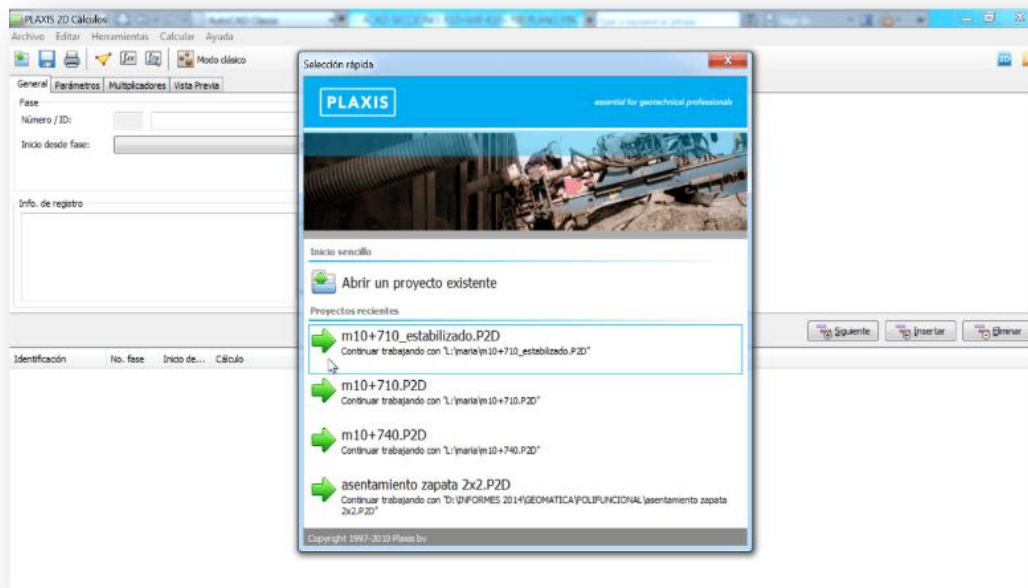
En este anexo se presenta el contenido PDF de la aplicación en el contenido **MANEJO EN PLAXIS 2D.**

(INTERFAZ)

PLAXIS 2D es un programa computarizado de elementos finitos en el análisis de dos dimensiones útil para el análisis de la deformación y estabilidad en la ingeniería geotécnica. La geometría del modelo puede ser fácilmente definida según la estructura el modo de suelo y su estructura, por separado, fácilmente se pueden ensamblar y generar resultados en tiempo real del comportamiento independiente y anisotrópico de los suelos y/o roca.

Entre las funciones más importantes del software podemos destacar:

- Análisis de los desplazamientos.
- Análisis de la consolidación de los terraplenes.
- Embalsar estabilidad según los diferentes niveles de agua.
- Entre otras funciones...



Texto adaptado página oficial de Plaxis, <http://www.plaxis.nl/plaxis2d/>

(REQUERIMIENTOS DE DISEÑO)

Para el manejo de PLAXIS 2D en el caso del modelamiento de las pantallas ancladas, se hace necesario contar con requisitos geométricos del talud así como también con perfiles estratigráficos del suelo. A continuación anunciamos algunas características que harían más eficiente su experiencia con el software:

Contar con un dibujo en AUTOCAD que en lo posible cumpla las siguientes condiciones:

- Perfil del suelo.
- Dibujos estratigráficos del suelo.
- Nivel freático del suelo (si existe).
- Bosquejo de la opción de la estructura a usar.
- Dibujo dimensionado de los anclajes a usar.

Características de los suelos que en su contenido tengan como mínimo estas características:

- Nombre del material
- Cohesión
- Fricción
- Peso natural seco
- Peso natural saturado
- Módulo de Poisson
- Módulo de elasticidad

¡Importante! Para el uso de las propiedades de los suelos y dibujos en AUTOCAD se debe verificar las unidades de medida con las cuales el programa (PLAXIS 2D) trabaja y realizar las conversiones pertinentes.