

1 OBJETO

Establecer lineamientos fundamentales que se deben cumplir para el manejo del software PLAXIS 3D Foundation, mediante el cumplimiento de los procedimientos implementados en Geotecnología.

2 ALCANCE

Este procedimiento aplica para los trabajos realizados por Geotecnología en lo relacionado a la actividad de diseños, estudios geotécnicos, deformación y capacidad de esfuerzo de los estratos de suelo.

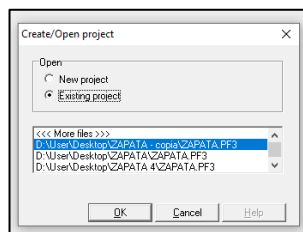
3 DEFINICION DE TERMINOS

Asentamientos: movimiento descendente vertical del terreno debido a la aplicación de cargas que causan cambios en las tensiones dentro del terreno o al movimiento descendente de un elemento constructivo como consecuencia de la modificación del terreno que lo sustenta debido a la acción de agentes externos.

Procedimiento

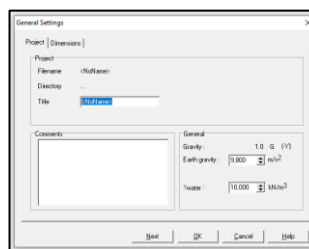


1. Abrir el programa PLAXIS 3D Foundation, hay mayor facilidad de realizar el procedimiento empezando un proyecto desde cero y no abriendo un archivo de un estudio pasado.
2. Una vez abierto el programa, aparecerá la siguiente ventana:



Se seleccionará la opción “New Project” y se dará clic en el botón OK.

3. Después, aparecerá la siguiente ventana:

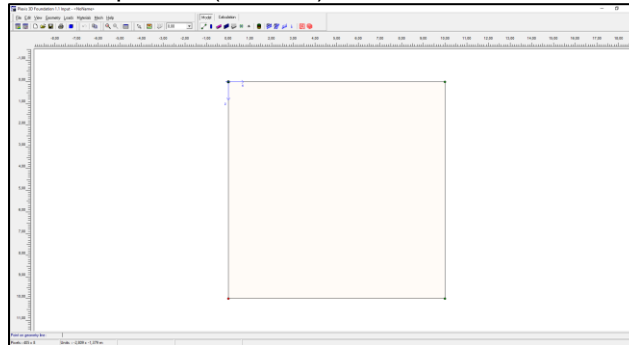


En esta ventana se pondrá el título del proyecto.

Luego, se presionará en la pestaña “Dimensions” y se cambiará las dimensiones mínimas y máximas del espacio de trabajo o suelo, normalmente este varía dependiendo del tamaño de la zapata. Las dimensiones del campo de trabajo o suelo se recomienda que sean 5 veces el tamaño de la zapata, es decir, para el presente ejemplo se hará con una zapata de 2x2 m, por lo que se recomienda que las dimensiones de suelo sea de 10x10 m. Otra casilla que se debe cambiar es “Spacing” que debe ser cambiada por 1, como se muestra a continuación:

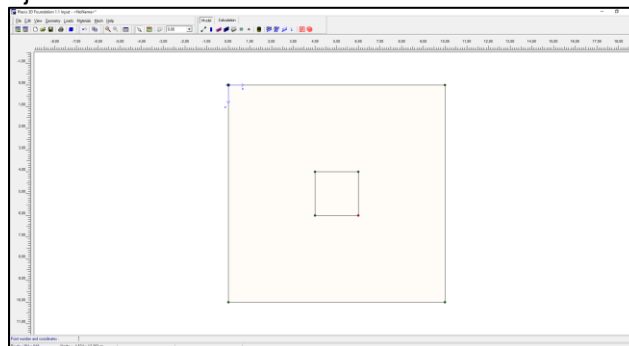


Después de cambiarse las casillas anteriormente mencionadas, se debe dar clic en el botón OK y aparecerá el espacio de trabajo con las dimensiones de suelo puestas (10x10 m).

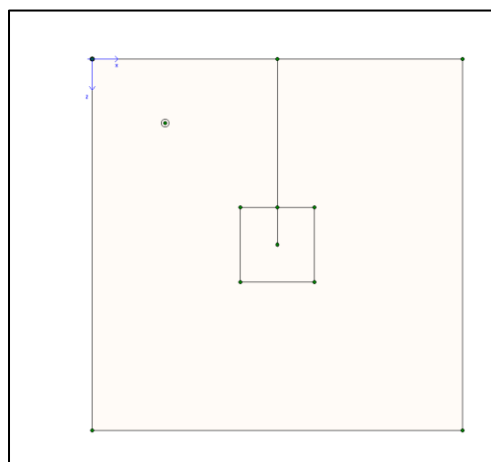


4. Se empezará entonces a **modelar la zapata con su respectiva dimensión**, como se había dicho anteriormente, para este procedimiento se hará con una zapata de 2x2 m.

Para comenzar se harán los cuatro puntos que representan las esquinas de las zapatas, se debe procurar que queden en el centro del espacio de trabajo como se mostrará a continuación:

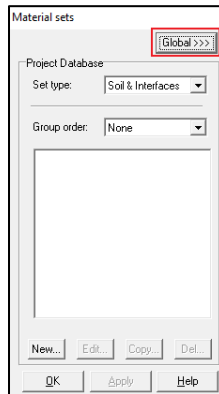


También, es necesario trazar una línea desde la parte superior llegando a la mitad de la zapata, esto se hace porque posteriormente se pondrá en la mitad de la zapata la carga puntual, una vez hecho lo anterior el esquema quedará de la siguiente manera:

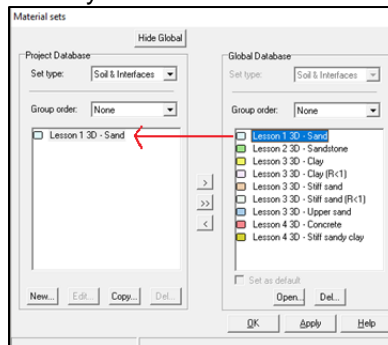


5. Una vez se tenga el esquema de la zapata, se procede a **introducir los parámetros de los estratos del suelo, ES DE SUMA IMPORTANCIA QUE EN EL PROGRAMA SE PONGAN SOLO LOS ESTRATOS DE SUELO QUE ESTAN DEBAJO DE LA CIMENTACIÓN**, por lo que todo los estratos arriba de la zapata no serán relevantes y no se pondrán en el modelo.

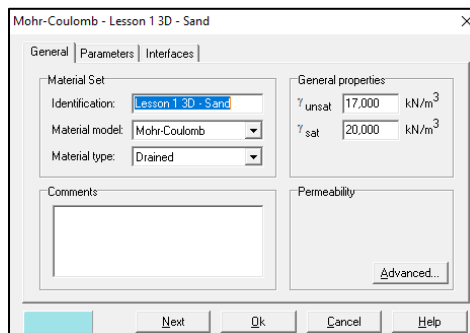
Para agregar los estratos del proyecto se debe seguir la ruta Materials > Soils and Interfaces, donde aparecerá la siguiente ventana:



Aquí se debe dar clic sobre el botón “Global” para que aparezcan varios tipos de suelo que trae el programa por defecto, esto se hace con el objeto de editar uno de ellos y no crear un estrato desde cero.



Ahora, se seleccionará el suelo que viene por defecto en el programa y se dará clic en el botón “Edit” y aparecerá la siguiente ventana:

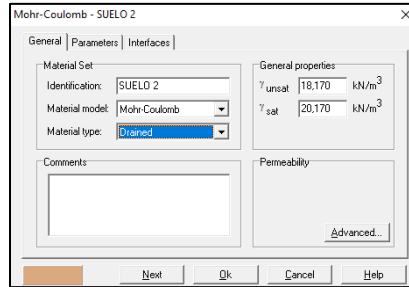


En la casilla “Identification” se pone el nombre del estrato.

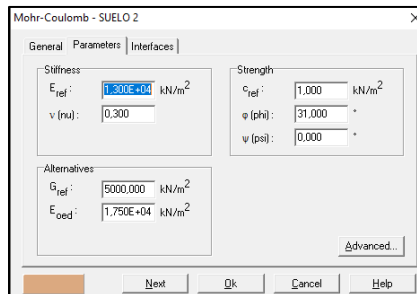
En la casilla “γ unsat” se pone el peso unitario (kN/m³) del estrato.

En la casilla “γ sat” se pone el peso unitario saturado (kN/m³), es simplemente sumarle dos unidades al valor del peso unitario.

También, abajo a la izquierda se podrá cambiar el color del estrato.



Una vez terminada la pestaña “General”, se da clic en pestaña “Parameters” ubicado en la parte superior de la ventana, y aparecerá lo siguiente:



En la casilla “Eref” se digita el módulo de elasticidad (kN/m2).

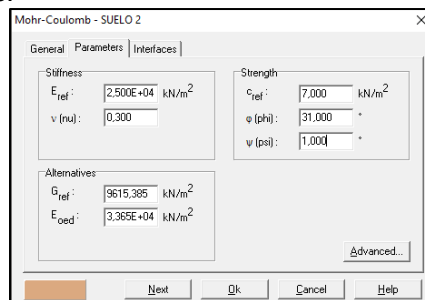
En la casilla “v (un)” se deja por defecto, en caso de que el suelo tenga propiedades muy malas se puede cambiar a 0,35.

En la casilla “c ref” se digita la cohesión (kN/m2).

En la casilla “φ (phi)” se digita el ángulo de fricción (°).

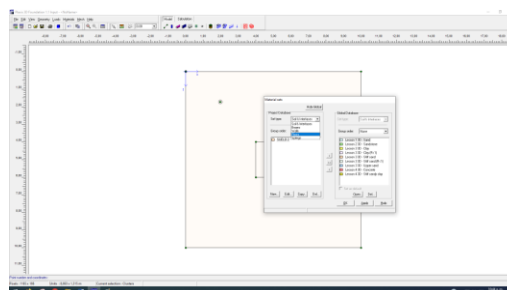
En la casilla “ψ (psi)” se pone el valor de la resta del ángulo de fricción (φ) - 30. En caso de que de menos de cero (0) se deja este valor.

Las demás casillas se dejan por defecto.

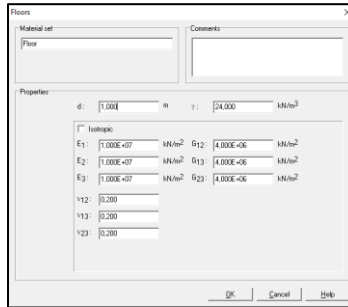



La pestaña “Interfaces” se deja por defeco, por lo que solo faltaría darle clic en el botón OK.

6. Ahora se **creará el material de la zapata**, para esto se debe seguir la ruta **Materials > Soils and Interfaces** y escoger “**Floors**” como se muestra a continuación:

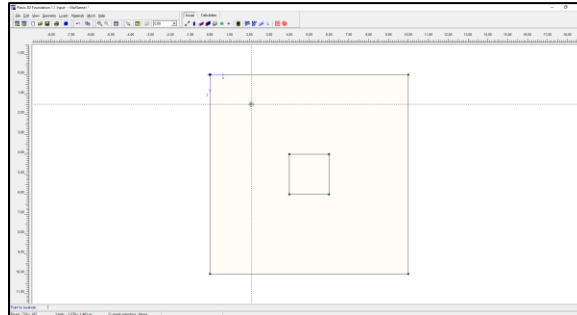


Allí se edita el material que viene por defecto, colocando en la casilla de la dimensión (d) el valor de 1,0 m y se da clic en el botón OK.

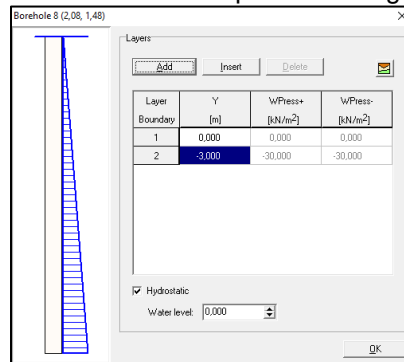


7. Ahora se va a **definir la altura de los estratos**, para esto se debe dar clic sobre el icono  ubicado en la parte superior de la pantalla.

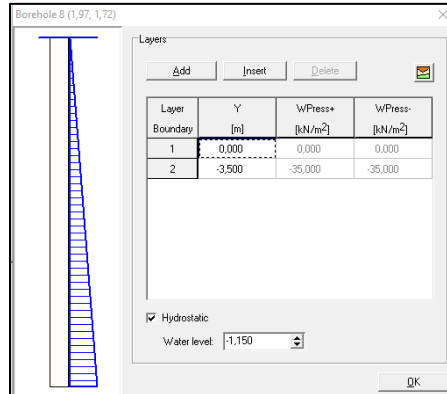
Y se da clic sobre cualquier lugar del estrato de suelo, como se muestra a continuación:




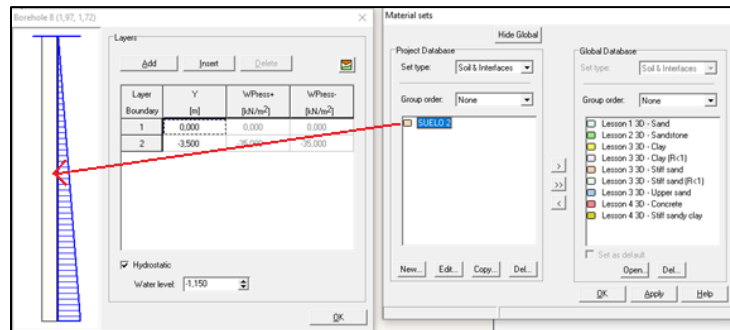
Una vez dado clic sobre cualquier lugar del estrato de suelo aparecerá la siguiente ventana:




En esta ventana se dará altura a los estratos de suelo y se pondrá el nivel freático. Como ya se había mencionado anteriormente, los estratos de suelo que se pondrán dentro del programa son aquellos debajo del nivel de cimentación. Es decir, para este ejemplo la cimentación se hará a 2,5 m, por lo que todo lo que está encima de esta altura no se coloca en el programa y solo se pondrá el estrato de suelo y nivel freático debajo de este.

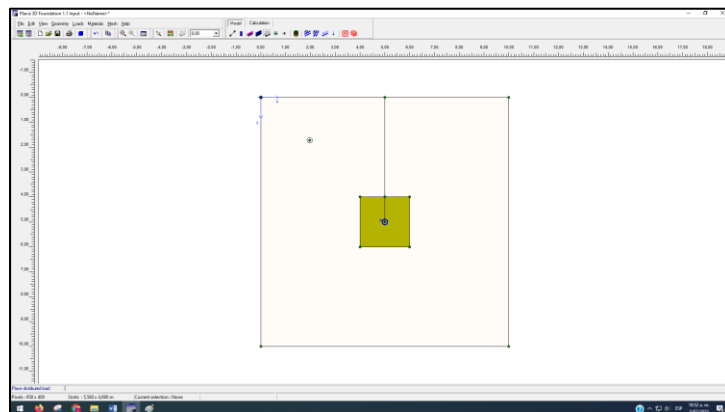


8. Después, se **agrega las propiedades del suelo**, para esto se debe dar clic sobre el botón , una vez hecho esto aparecerá la siguiente ventana:



Aquí se debe arrastrar las propiedades del suelo (SUELO 2), en el estrato de suelo que corresponda ubicado en el sector izquierdo.

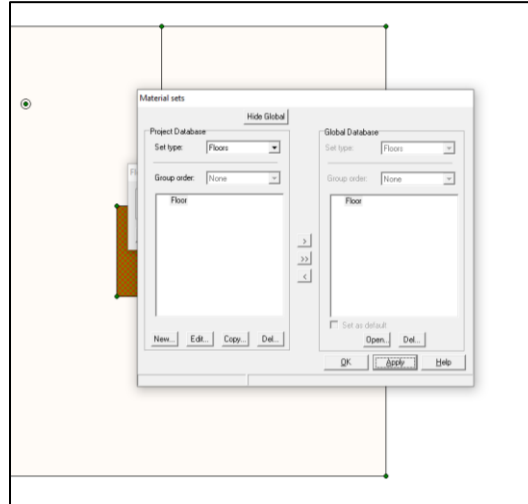
9. Ahora se **agrega la estructura** al modelo, para esto se da en el botón , y se selecciona el cuadrado que representa la zapata de 2x2 m como se muestra a continuación:




Para agregarle el material a la zapata se da doble clic sobre la zapata y les aparecerá la ventana a continuación:

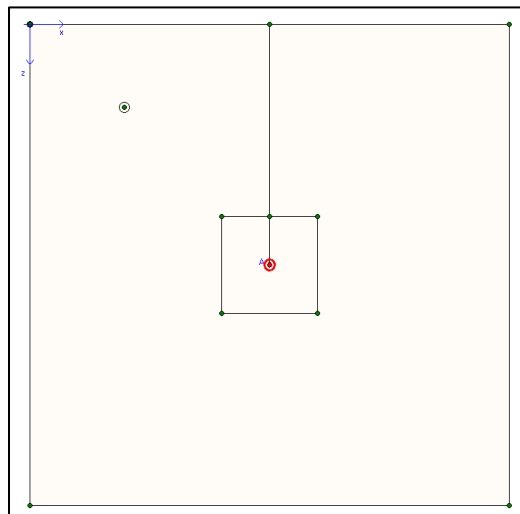



Aquí se dará en el botón “Change” y aparecerá la siguiente ventana en donde se debe dar clic en el botón “Apply” y posteriormente en el botón OK.

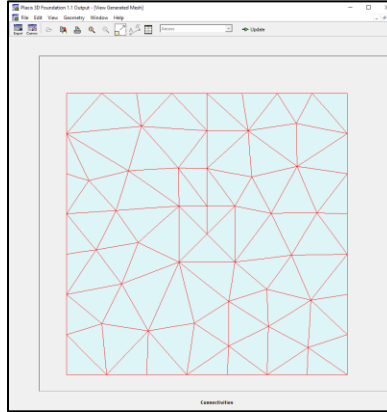


Una vez hecho lo anterior ya quedará puesto el material de la zapata en el modelo.

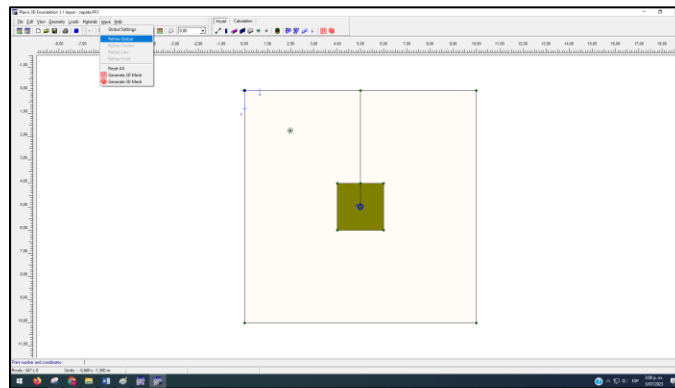
10. En este paso se **colocara la carga** sobre la mitad de la zapata, para esto se debe oprimir el botón  que representa la carga puntual y se dará clic sobre la mitad de la zapata como se muestra a continuación:



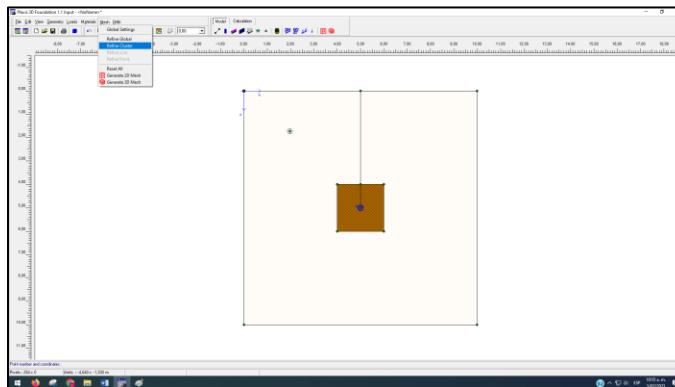
11. En este paso se **generará la malla 2D** del modelo, para hacerlo se debe oprimir el botón  ubicado en la parte superior de la pantalla y aparecerá la siguiente ventana:



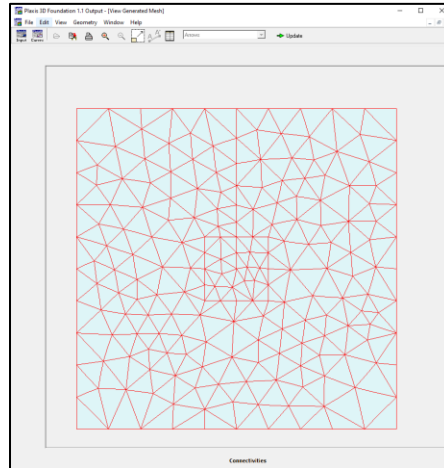
En este momento ya se ha generado la malla, pero no esta refinada como se quisiera, para esto se pulsará el botón "Update" para salir de la ventana emergente y se sigue la ruta Mach > Refine global para refinar la malla como se muestra a continuación:




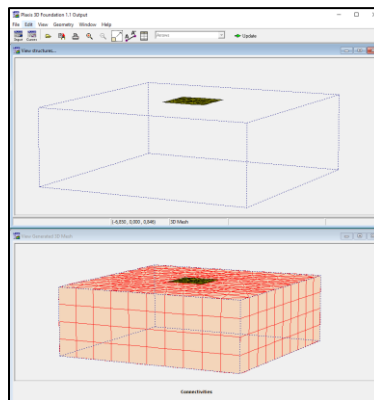
En el caso que se quiera refinar la malla de la zapata se debe seleccionar la zapata y seguir la ruta Mach > Refine cluster como se muestra a continuación:



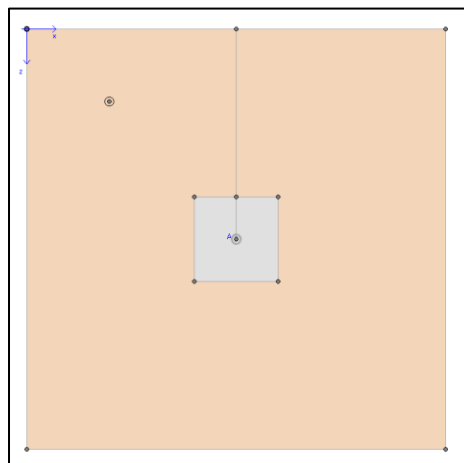
Una vez se tenga refinada la malla y quede algo como lo que se muestra a continuación, ya se puede seguir con el siguiente paso.




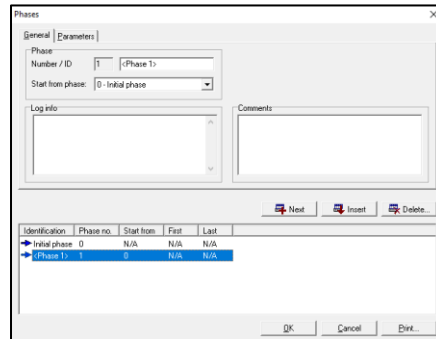
12. En este paso se **generará la malla 3D**, para generarla se dará clic sobre el botón  y saldrá la siguiente ventana,



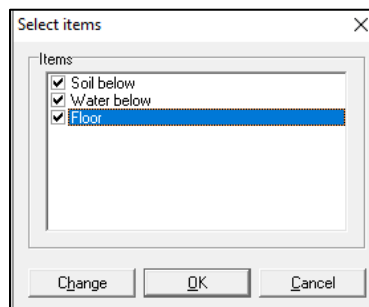
13. Una vez hecho el paso anterior ya se procede a calcular el modelo, para esto se debe dar clic sobre el botón **Calculation**, en caso que no se haya guardado aun el archivo aparecerá una ventana para guardarlo en algún sitio del computador, se recomienda que se cree una carpeta nueva para guardar el archivo.
14. Una vez hecho el paso anterior aparecerá lo siguiente en pantalla:



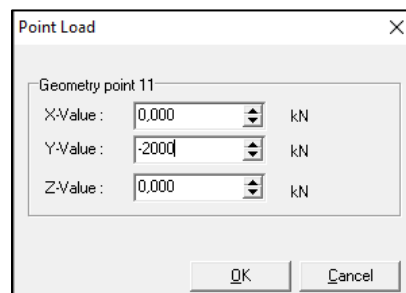
15. En este punto se dará clic sobre el botón  ubicado en la parte superior de la pantalla, esto para crear una **fase de construcción adicional a la inicial**. En esta fase se adicionará la estructura (zapata) y la magnitud de la carga puntual.




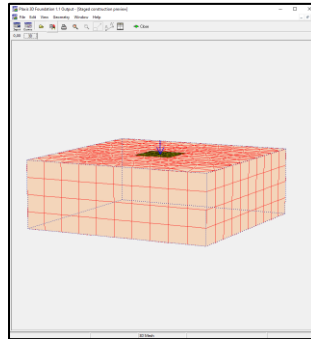
16. Para **adicionar la estructura dentro del proceso constructivo** del programa se dará doble clic sobre la zapata y aparecerá la siguiente ventana, allí se selecciona la opción "Floor".




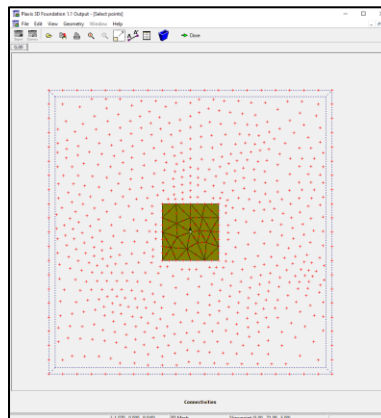
17. En este paso se **agregara la magnitud** de la fuerza puntual, para esto se debe dar doble clic sobre la carga puntual que ya se puso en el paso 10. Para el ejemplo se hizo con una carga de -2000 kN como se muestra a continuación:

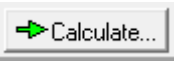


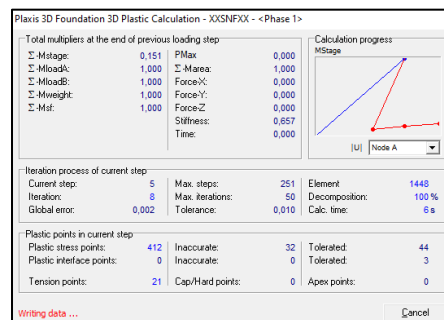
18. Ahora, se procede a **rectificar** que tanto la zapata como la fuerza puntual este en el modelo, para esto se dará clic sobre el siguiente botón  que está ubicado en la parte superior de la pantalla y se debería mostrar lo siguiente si todos los pasos anteriores se han realizado:



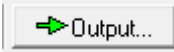
19. En este paso se **ubicará el nodo** que será el punto de estudio cuando se corra el programa, este tiene como fin mostrarnos los desplazamientos y esfuerzos que sufre el suelo en ese punto, para agregar el nodo será necesario dar clic sobre el botón  ubicado en la parte superior de la pantalla y se mostrara la ventana mostrada a continuación, allí se debe ubicar el nodo en la parte más crítica, es decir en la parte central de la zapata.

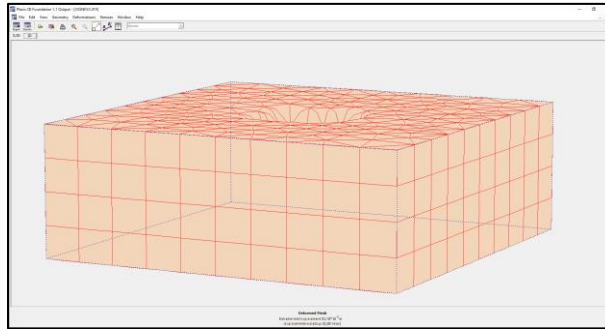


20. Para este punto del procedimiento ya el diseño estará terminado y solo faltará que el programa calcule los asentamientos, deformaciones y esfuerzos. Para que se calculen es necesario oprimir el botón  y aparecerá lo siguiente en pantalla:



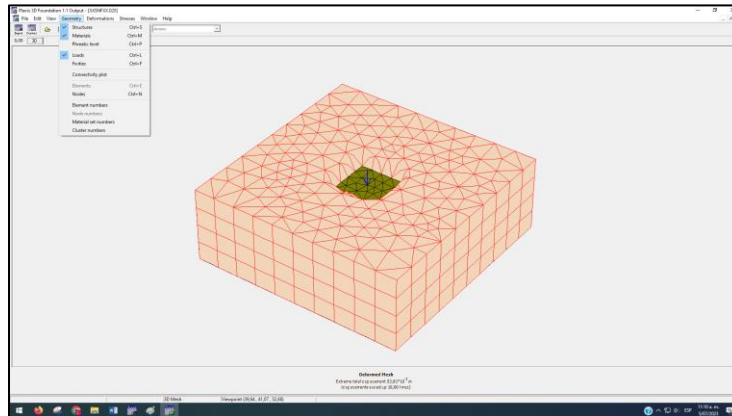
Lo anterior es la pantalla de carga y se mostrará mientras el programa corre el modelo, esto tarda dependiendo de la complejidad del modelo (para una zapata no debería durar más de un (1) minuto)
Una vez desaparezca la pantalla de carga ya se podrá ver el modelo, para esto se debe dar clic sobre el botón

 y aparecerá lo siguiente en pantalla.



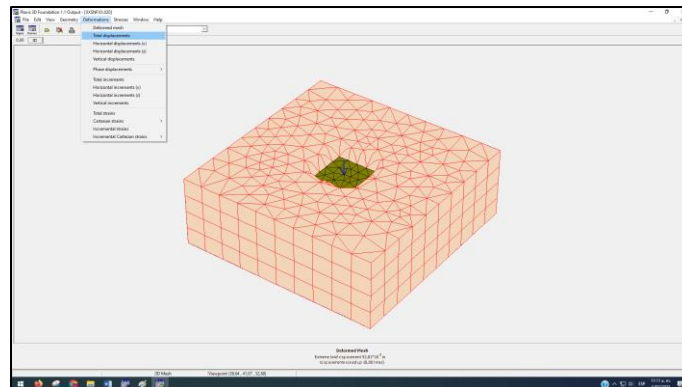
21. En este paso se explicará cómo sacar los **tres (3) recortes o pantallazos** que deben ser anexados al informe geotécnico.

- **El primer recorte** mostrará la deformación, para esto se debe visualizar la zapata y la carga, para mostrar en el programa lo antes mencionado, se debe seguir la ruta **Geometry > Structures** para mostrar la zapata y **Geometry > Loads** para mostrar la carga puntual.

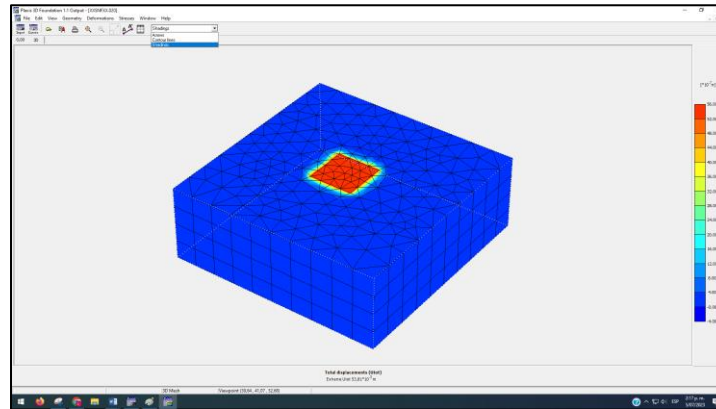


- **El segundo recorte** mostrará los desplazamientos, para realizarlo se debe hacer lo siguiente:


Seguir la ruta **Deformation > Total displacements**



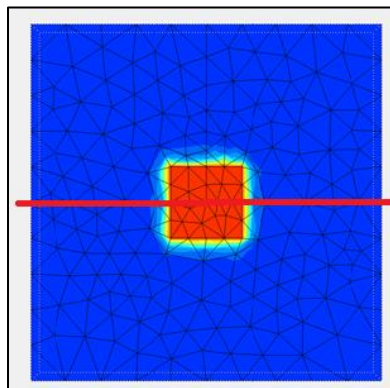
Cambiar la vista de Arrows a Shadings como se muestra a continuación:



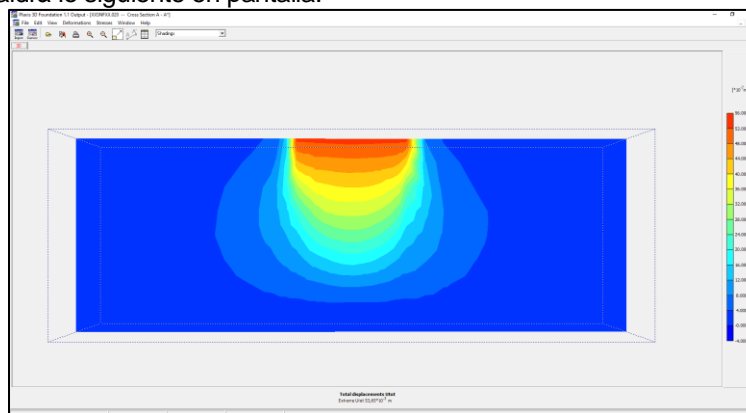
Una vez se haya hecho lo anterior, ya se podrá tomar el pantallazo o recorte con los desplazamientos.

- **El tercer recorte**, será un corte que se haga en la mitad de la zapata, para dar información de cómo se comporta el o los estratos de suelo bajo la zapata. Para realizar el corte se da clic sobre el botón  ubicado en la parte superior de la pantalla.

Después se hará una línea que pase sobre la mitad de la zapata, que quede de la siguiente manera:



Una vez hecha la línea saldrá lo siguiente en pantalla:

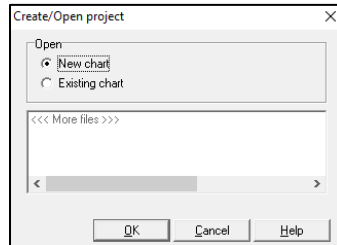


En este momento ya se puede sacar el recorte o pantallazo del corte.

22. En este paso se explicará cómo sacar la curva del multiplicador de fuerza - desplazamiento que posteriormente se pegará en una hoja de Excel automatizada.

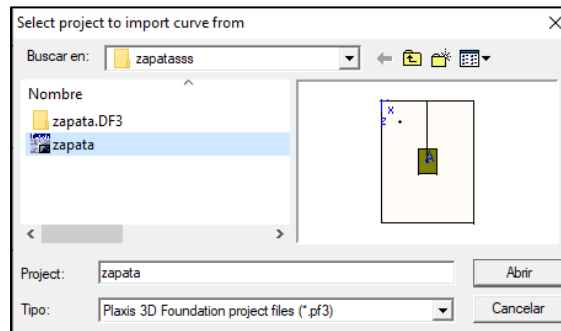


Para esto se debe dar clic sobre el botón **Curves** ubicado en la parte superior del programa, en este punto aparecerá la ventana emergente mostrada a continuación:



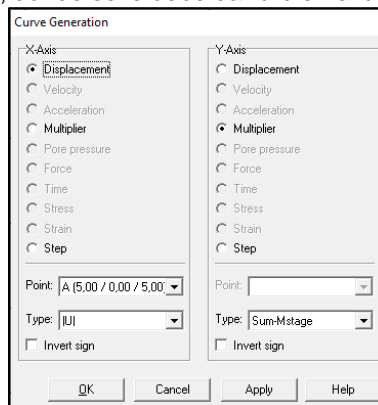
Se deberá escoger la opción **“New chart”** y después el botón OK.

Ahora, aparecerá la siguiente ventana:

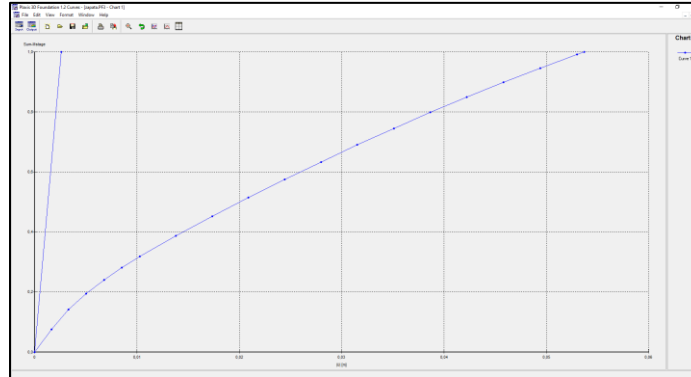


Aquí se deberá seleccionar el archivo en la carpeta que fue guardado el modelo, en el ejemplo el archivo se guardó como zapata por lo que se escogerá este.

Aparecerá entonces, la siguiente ventana, donde se le debe dar clic en el botón OK.



Por último, aparecerá la gráfica del multiplicador de fuerza - desplazamiento, se recomienda que la gráfica en su eje x llegue mínimo a 0,05 m, en caso de tener un valor menor se recomienda aplicar en el modelo más carga para que aumente dicho eje.



Se debe dar clic sobre el icono ubicado en la parte superior de la pantalla para que de esta manera salgan los puntos de la gráfica.

Points - [zapata.PF3 - Chart 1]

Curve: Curve 1

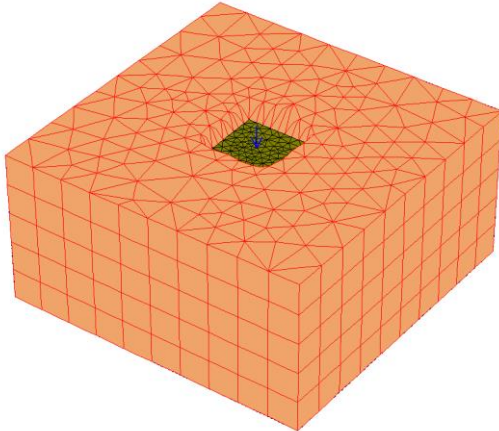
Point	Step	U [m]	Sum-Mstage
0	0	0,000	0,00
1	1	0,000	0,00
2	1	2,627e-3	1,00
3	2	0,000	0,00
4	2	1,658e-3	0,07
5	3	3,345e-3	0,14
6	4	5,065e-3	0,19
7	5	6,804e-3	0,24
8	6	8,553e-3	0,28

OK Print... Copy

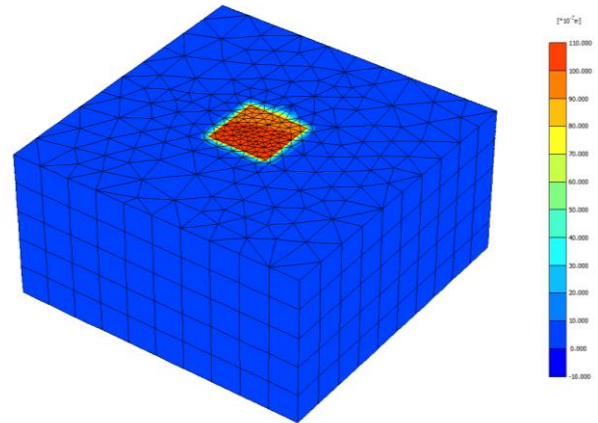
Se da clic en el botón “**Copy**” y se pega sobre la hoja de Excel automatizada donde se podrá ver la gráfica de esfuerzo – deformación, a esta grafica también se le tomara una captura para posteriormente ponerla en el informe.

Ejemplo de los pantallazos o recortes para el informe

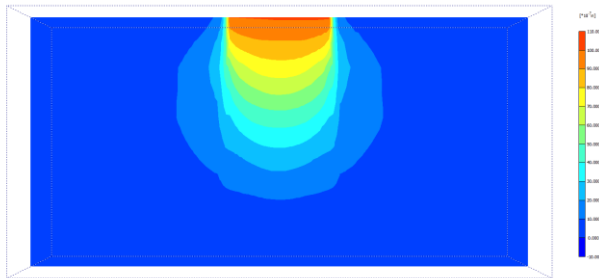
Modelo tridimensional zapata



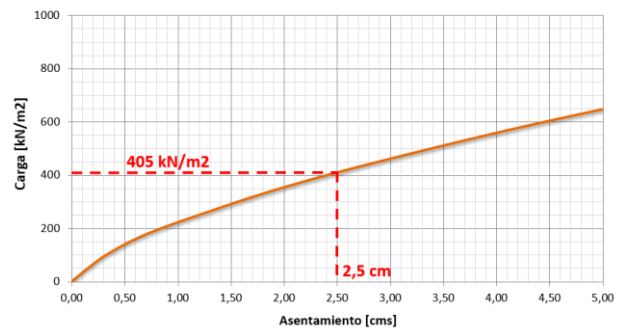
Desplazamientos totales, zapata



Corte normal a la zapata



Asentamiento vs Carga, zapata



ANEXOS Y FORMATOS

1. En la carpeta en físico "PLAXIS 2015" se encuentra la información relacionada con la licencia y contratos con la empresa PLAXIS.
2. En el disco INFORMACIÓN JEFE F.A., en la ruta "1VARIOS ARCHIVOS DISCO DAIRON" > "1CAPACITACIONES" > "CAPACIT SOFTWARE DISEÑO julio 2023" > "Plaxis 3D Foundation - Manuales y capacitaciones" se encuentran capacitaciones, manuales y ejemplos del software Plaxis 3D Foundation.

FIN DEL DOCUMENTO