

## Características Generales

Pilas construidas	763
Diámetros	60, 80, 100 y 140 cm
Longitudes de	11 a 17 m
Inclusiones	164

## Pilas de Cimentación e Inclusiones

La primera planta productora de etanol en México se construye en la ciudad de Navolato en el estado de Sinaloa.

En estas instalaciones se pretende fabricar al menos tres productos: etanol, pasta DDGS (*Distillers, Dried Grains with Solubles*) utilizada como alimento para ganado, gas y dióxido de carbono (para emitir bonos verdes).

La planta contará con diversas estructuras como un fermentador, depósitos verticales de agua, fuel y alcohol que transmitirán presiones al terreno de hasta 18 t/m<sup>2</sup>, la cimentación para éstas estructuras se resolvió mediante pilas de diámetros variados que van desde los 0.60 m, hasta 1.40 m; sin embargo, existe

un almacén de grandes dimensiones que soportará una carga redistribuida importante por lo que se requiere evaluar y diseñar un mejoramiento mediante inclusiones rígidas para atenuar los asentamientos totales y diferenciales dentro del gran almacén.

Vista aérea de planta



Construcción de pilas



[www.pilotec.com.mx](http://www.pilotec.com.mx)

Periférico Sur 4302-106  
Col. Jardines del Pedregal  
04500 México D.F.

Tel 9150 1208  
9150 1209  
9150 1210

[pilotec@prodigy.net.mx](mailto:pilotec@prodigy.net.mx)

## Inclusiones en almacén DDGS

Se estudió la solución de cimentación para el almacén DDGS sobre una capa de reparto de suelo compactado con espesor medio de 0.6 m apoyada sobre una retícula en tresbolillo de inclusiones rígidas de 0.6 m de diámetro y 6 m de longitud. La estructura se ubicará en la zona central de la planta, ésta tiene dimensiones de 40 m de ancho por 75 m de longitud, y es adonde se almacenarán granos para el proceso de producción del biocombustible.

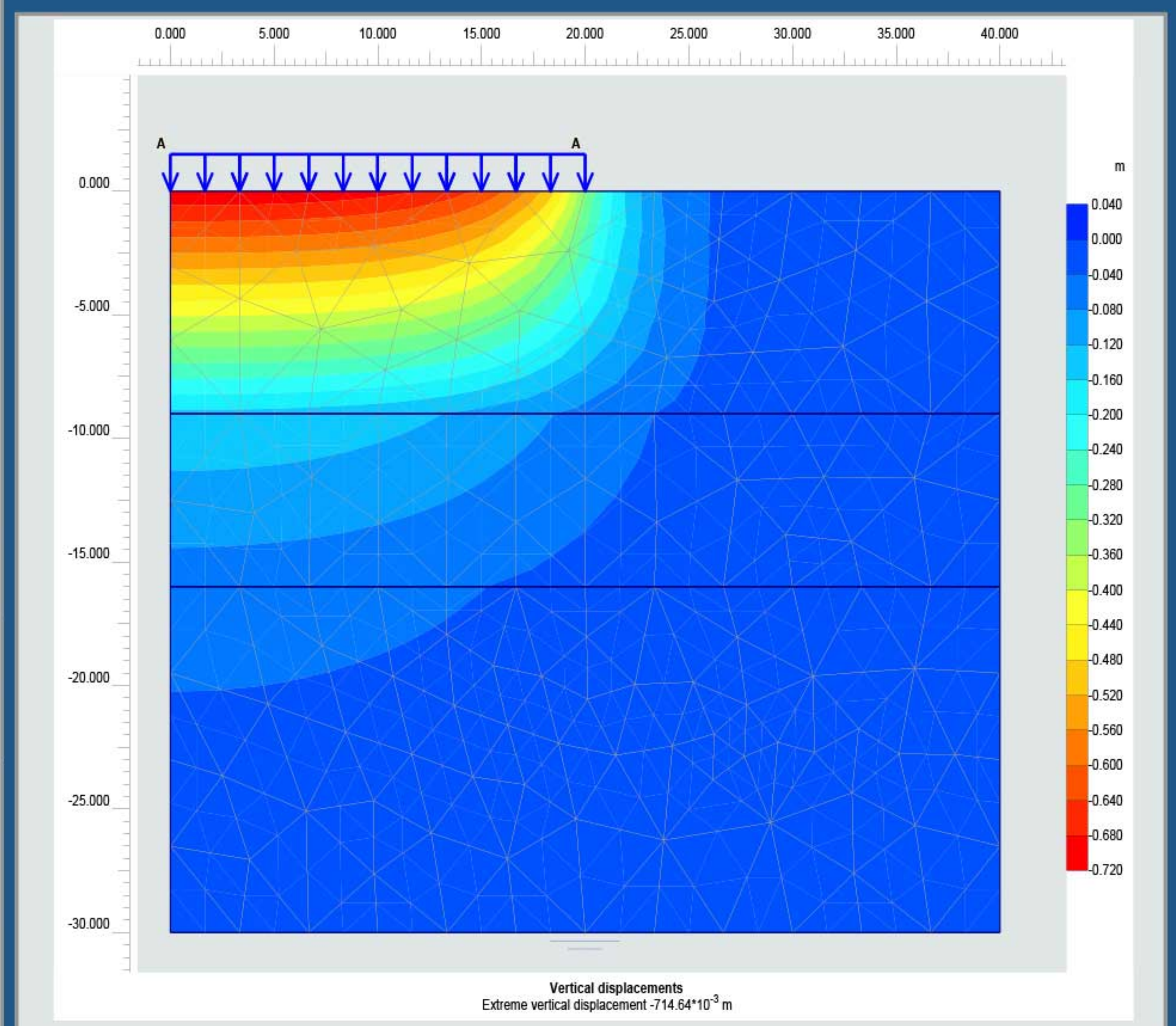
La nave cuenta con una cubierta metálica de dos aguas que transmitirá presiones variables al subsuelo debido a la configuración triangular del producto almacenado, con mayores presiones en la zona central y menores hacia la periferia; los cálculos se hicieron para estas presiones uniformes variando entre 10 y 3 t/m<sup>2</sup> respectivamente.

Los resultados del cálculo anterior para la carga uniforme de 10 t/m<sup>2</sup>, se calibraron con los resultados numéricos empleando una malla de elementos finitos axisimétrica, en la que se analiza la carga uniforme desplantada sobre el medio con la estratigrafía del sitio. Los resultados se muestran en la figura (derecha), encontrándose que al centro de la losa se tienen 38 cm de asentamiento total, para la carga de 10 t/m<sup>2</sup>.

Derivado de los análisis efectuados, se concluye que las inclusiones reductoras de asentamientos trabajan eficientemente reduciendo los movimientos verticales de la cimentación hasta separaciones máximas de 6 m. En los estados límite de servicio para la solución mediante inclusiones se encontraron asentamientos totales para la carga máxima de 21 cm, para el tercio medio del almacén, para los tercios exteriores se presentarían asentamientos máximos de 7 a 14 cm.



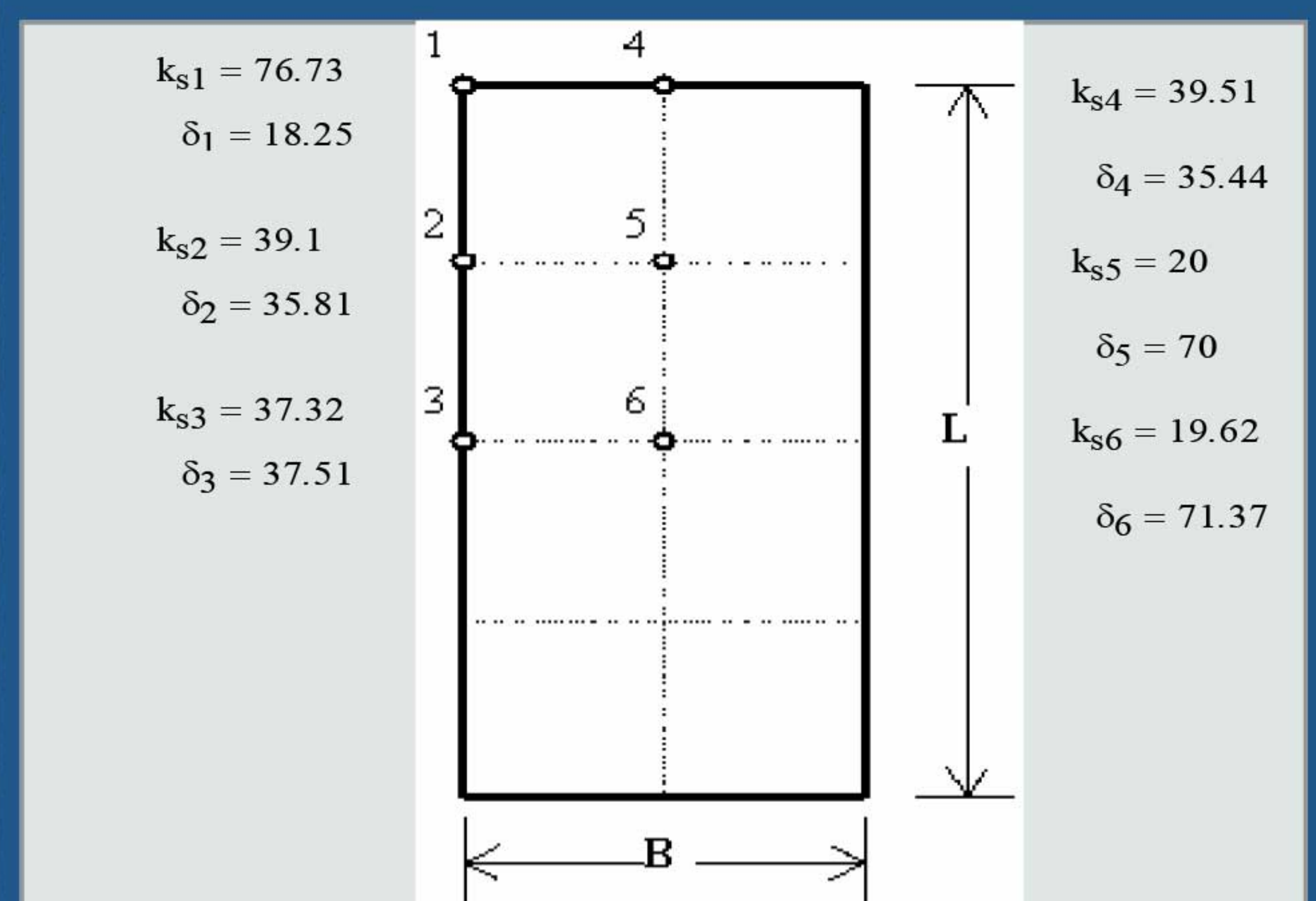
Perforación para inclusiones



Asentamiento en nave sin inclusiones



Cimentación de tanque



Puntos de cálculo de asentamientos