

## Asientos en superficie

Existen numerosos programas para determinar el asiento superficial de un terreno inducido por la excavación de un túnel. Sin embargo, muy pocos de ellos son capaces de:

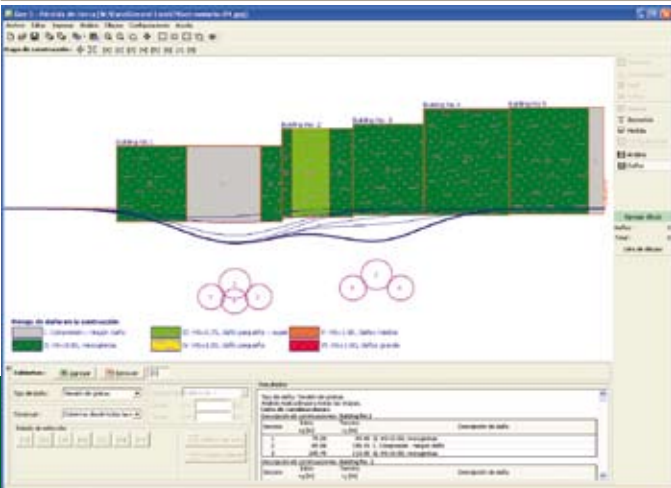
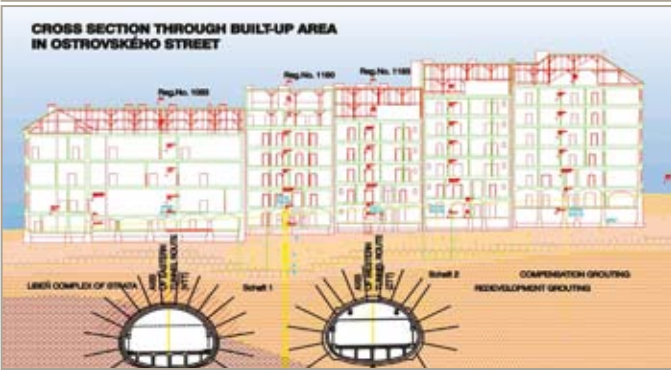
- predecir el impacto de las deformaciones superficiales en los edificios situados en la zona afectada
- permitir a los ingenieros diseñar las medidas estáticas para prevenir los efectos negativos de la excavación y
- además ayudar a la estimación de costes adicionales debidos a los daños producidos

Esta hoja técnica presenta un nuevo programa basado en la evaluación del riesgo de daños en las estructuras de cimentación situadas en el área de la cubeta de asientos, basándose en las normas de diseño empleadas en la Unión Europea y Norteamérica.

Los cálculos están basados en experiencias prácticas de ingeniería adquiridas durante la construcción de numerosas carreteras, trazados ferroviarios y túneles subterráneos en terrenos blandos y arcillas en Praga, Brno y Budapest.



El autor, Radko Bucek MSc., Ph.D., es un destacado experto en el ámbito de las estructuras subterráneas. Parte de su experiencia proviene de su colaboración como consultor en compañías conocidas a nivel mundial como Golder Associates, SG-Geotenchika, D2-Consult y como Ingeniero Jefe de Mott MacDonald en Praga.



## Evaluación del riesgo de daños en edificaciones debido a la construcción de túneles

### Desarrollo del software asientos en superficie y su aplicación práctica:

El impulso inicial para desarrollar un programa que permitiera a los ingenieros evaluar instantáneamente las deformaciones superficiales, y sus efectos sobre las edificaciones existentes, surgió durante la construcción del doble túnel de Marzovka en Praga en 2001. El modelo del cálculo del programa está basado en la información recogida en las normas de diseño y los datos disponibles en la literatura técnica. Posteriormente, para ampliar la funcionalidad del programa, se implementó una base de datos de relaciones entre la forma de la cubeta de subsidencia y sus efectos en los daños de los edificios junto con los criterios de evaluación de la clasificación de daños en edificios de mampostería emplazados sobre túneles a poca profundidad.

Los autores del programa recopilaron datos fundamentales y datos de las propiedades de las cubetas de subsidencia en distintos entornos geológicos incluyendo arcillas, pizarras, cuarcitas y arcillas sobreconsolidadas. El siguiente paso en el desarrollo del programa fue su generalización para el Método de Excavación Secuencial (Nuevo método austriaco para túneles) y la interacción entre otros túneles. El programa fue utilizado durante la construcción, en Praga, de la línea subterránea IV C2 y de la estación subterránea de metro Kobylisy para predecir la magnitud de los asientos con una precisión de milímetros y para determinar los daños en los edificios afectados, incluyendo la predicción de la localización de las principales fisuras y sus consecuencias estáticas para las edificaciones.

En cooperación con la compañía FINE, desarrolladores de software de ingeniería civil, el programa original ha sido mejorado considerablemente e implementado en el paquete de software geotécnico profesional GEO5.

### Referencias:



El software ha sido empleado por la compañía austriaca D2-Consult durante la construcción subterránea de la "Línea 4 del metro de Budapest" para predecir el asiento del terreno y sus efectos sobre las edificaciones circundantes.



Desde 2005 el programa ha sido usado continuamente por la compañía KoKa para diseñar colectores en Praga.

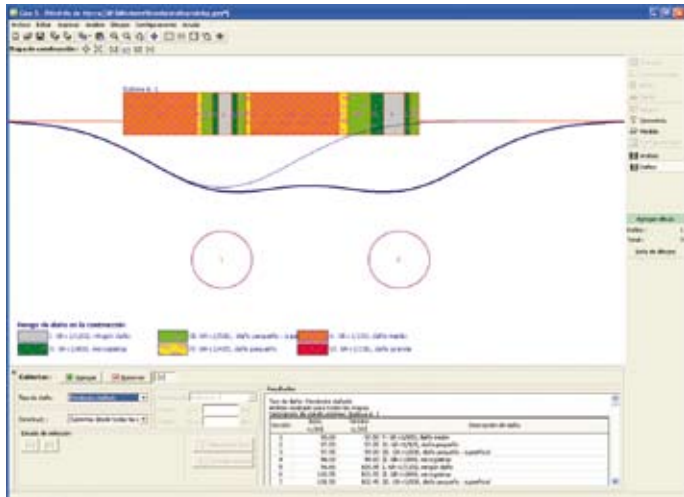


Recientemente este software ha sido utilizado por la compañía Mott MacDonald, en Praga. El autor del programa trabaja allí como Ingeniero Jefe en la división de estructuras subterráneas.

El programa está diseñado para analizar y determinar la forma de la cubeta de subsidencia producida por las excavaciones y para evaluar los daños en las edificaciones situadas en el área afectada.

### Características básicas del programa:

- Análisis de la cubeta de subsidencia usando el método de volumen perdido o las teorías clásicas (Peck, Limanov, Fazekas)
- Estima la forma de la cubeta de subsidencia usando Gauss o aproximación Aversin
- Posibilidad de modelar excavaciones secuenciales y múltiples tubos de túneles
- Determinación de la forma de la cubeta de subsidencia, asiento, gradiente y tensiones horizontales.
- Análisis de la cubeta de subsidencia en superficie o a una determinada profundidad
- Consideración de perfiles geológicos estratificados cuando se usen métodos clásicos
- Tabla implementada con los valores recomendados de VL y k cuando se utiliza el método de Volumen Perdido
- Evaluación de daños en edificaciones
- Determinación de deformaciones tensionales, gradientes y deformaciones locales
- Posibilidad de analizar segmentos seleccionados de edificaciones
- Valores límite de la clasificación de daños en edificaciones implementados



### Daños en edificaciones debidos a la construcción de túneles:

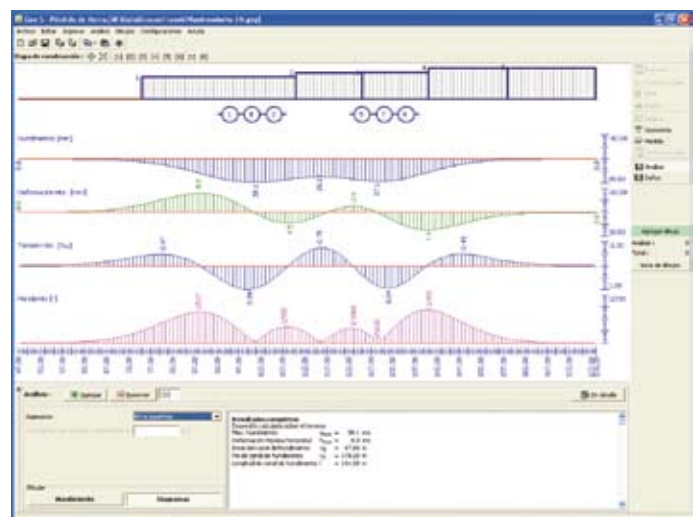
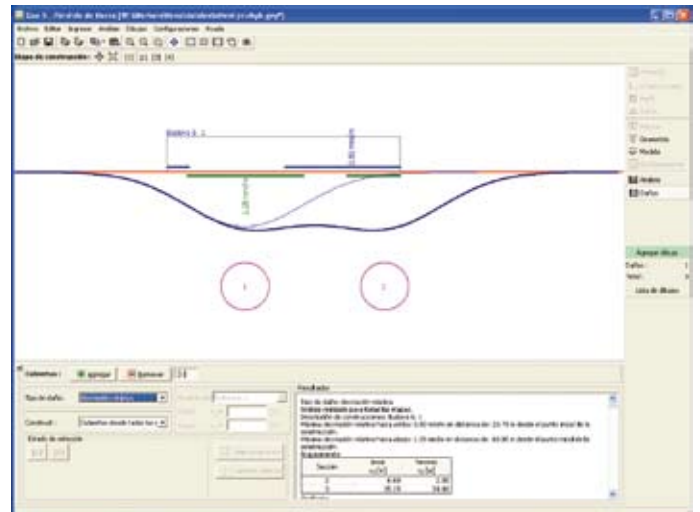
La experiencia en la construcción de túneles poco profundos, construidos en áreas urbanizadas, ha permitido la elaboración de una relación entre la forma de la cubeta de hundimiento y el daño producido en las edificaciones en las áreas de sobrecarga. El programa predice movimientos del suelo con tanta precisión que estos datos se pueden utilizar para estimar compensaciones económicas por daños producidos por la ejecución del túnel a la hora de preparar documentos contractuales, y para que los contratistas puedan hacer una oferta para la construcción del túnel.

### El Programa ofrece cuatro formas de determinar los daños en las construcciones:

- Evaluación de fallos tensionales
- Evaluación de daños debidos al gradiente de la cubeta
- Evaluación de la desviación relativa de edificios (arrufo, quebranto)
- Evaluación puntual de una sección determinada de un edificio

### Paquete de software GEO5

El programa Asientos en Superficie está incluido en el paquete de software GEO5 desarrollado para analizar y resolver una amplia gama de problemas geotécnicos. El paquete está formado por programas individuales intimamente conectados entre sí de una forma intuitiva y de fácil manejo.



### Características destacadas del programa:

- Métodos de pérdida de volumen y métodos clásicos
- Predicción de movimientos del terreno
- Predicción de daños en edificios
- Localización de grietas principales
- Excavaciones secuenciales
- Perfil de la cubeta a profundidad arbitraria
- Datos para el diseño de refuerzos
- Intuitivo y fácil de usar
- Salidas gráficas comprensibles
- Ayuda contextual en línea