



Cuando se construye una estructura subterránea, se produce una redistribución de las tensiones naturales iniciales. Como consecuencia de esta redistribución, la estructura subterránea se verá sometida a cierto nivel de tensiones y, por lo tanto, de cargas, que dependerán en gran medida de las características geomecánicas del terreno.

Así pues, en el caso de estructuras subterráneas realizadas en tierra, el peso lo soportará casi totalmente la propia estructura, mientras que, en masas de roca, será una combinación de roca y estructura la que soportará la redistribución de las tensiones del suelo.

Por lo tanto, para diseñar la estructura subterránea, habrá que tener en cuenta las características geotécnicas del terreno, las tensiones naturales locales y el procedimiento de construcción empleado. Se trata de un análisis complejo, que se puede llevar a cabo de diferentes maneras, dependiendo del nivel de aproximación necesario.

Métodos de diseño empíricos

Estos métodos se basan en utilizar los distintos sistemas de clasificación geomecánica: RQD, RMR, Q. Existen muchos esquemas que relacionan el valor de RMR, RQD o Q con los diferentes elementos de sostenimiento necesarios para garantizar la estabilidad de una determinada geometría. Estos métodos tienen la ventaja de ofrecer una solución sencilla y rápida en lo que se refiere al diseño del sostenimiento, pero como son empíricos, su resultado debe considerarse sólo una aproximación válida a los efectos de los estudios preliminares.

Métodos analíticos: Convergencia-confinamiento

Estos métodos se basan en soluciones analíticas cerradas para túneles de sección circular en terrenos que pueden modelarse con un comportamiento elástico o elastoplástico. Partiendo de unas tensiones y una geometría simplificadas, se puede calcular analíticamente la relación entre la deformación y la presión interna de una abertura circular en el suelo (curva característica de la cavidad). Al mismo tiempo, se puede calcular analíticamente, para un determinado tipo de sostenimiento, la misma relación entre la presión interna y la deformación radial (curva característica del sostenimiento). El punto de intersección entre las dos curvas da

el punto de equilibrio (presión y deformación) para una determinada combinación de cavidad y elemento de sostenimiento. Este método es más o menos fácil de aplicar y permite obtener unos resultados bastante buenos a la hora de diseñar un sostenimiento. Sin embargo, sólo se puede aplicar en condiciones simplificadas de tensiones naturales, geometría, comportamiento geomecánico y configuración geológica.

Métodos numéricos: Elementos finitos y diferencias finitas

Actualmente, gracias a la informática, los métodos numéricos se han convertido en una herramienta muy útil para diseñar estructuras subterráneas. Los métodos de elementos finitos, uno de los más utilizados, se basan en el principio de discretización de un cuerpo en una serie de elementos finitos. El comportamiento de estos elementos se puede controlar imponiendo ciertas leyes de la mecánica de una manera predefinida bajo la acción de influencias externas. Los métodos de elementos finitos sirven para modelar el comportamiento de las estructuras de los túneles para varias condiciones y geometrías del terreno, como son las respuestas elásticas lineales y no lineales, o el comportamiento no lineal del material (plasticidad). Normalmente, estos métodos permiten modelar el terreno como si fuera un medio continuo, aunque algunos también permiten modelarlo como si fuera un medio discontinuo que representa mucho mejor el comportamiento de los macizos rocosos muy fracturados.

Más información

Publicaciones avaladas por la ITA

- [Directrices de la ITA para el diseño de túneles - Grupo de trabajo nº7 de la ITA](#)
- [Puntos de vista sobre los modelos de diseño estructural para la construcción de túneles - Grupo de trabajo nº7 de la ITA](#)
- [Túneles y pozos en roca, cuerpo de ingenieros del ejército de EE. UU.: diseño del sostenimiento](#) (adobe PDF)
- [Convergencia-confinamiento AFTES](#) (Adobe Pdf)