

BOTON DE AYUDA

METODO DE TERZAGHI

En 1946, Terzaghi propuso el primer sistema racional de clasificación para calcular las cargas que deben soportar los marcos de acero en los túneles. Este fue un desarrollo importante, dado que los marcos de acero han sido el sistema de sostenimiento más utilizado durante los últimos 60 años. Se debe enfatizar que este método es apropiado para el propósito para el cual, diseñado, esto es, para la estimación de las cargas para los marcos de acero, y por tanto, no es adecuado para los métodos modernos de tunelaje usando hormigón lanzado y pernos de anclaje.

Terzaghi hace hincapié sobre la importancia de hacer la exploración geológica ante de que se termine el diseño, y sobre todo, insiste en conseguir información sobre los defectos en la formación de la roca, ya que, el defecto de la roca y su intensidad, puede resultar más importante que el tipo de roca que se pueda encontrar.

El concepto de Terzaghi para estimar la carga de la roca transmitida a los marcos de acero de acero para el sostenimiento de un túnel, se ilustra en el diagrama de la Figura 1 y Tabla 1.

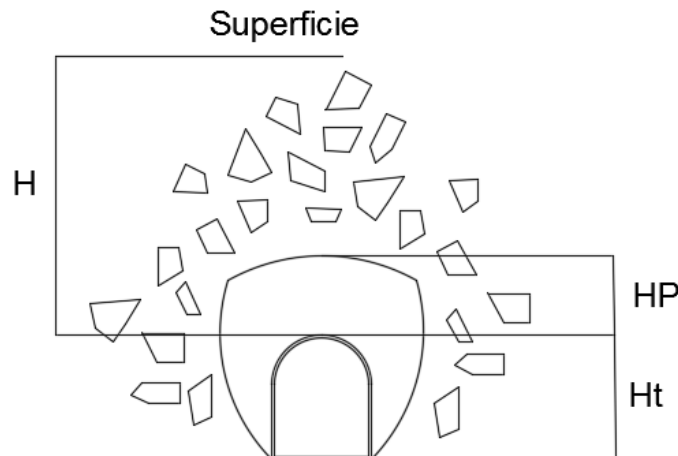


Figura 1

Al construir un túnel o una excavación, se rompe el equilibrio del macizo rocoso y se produce un relajamiento de la cohesión de las rocas circundantes a la excavación, las cuales tenderán a irrumpir en el túnel. A este movimiento, se oponen las fuerzas de fricción de los límites laterales de la roca circundante a la excavación, y transfieren la parte más importante del peso de la carga de roca W_1 al material de los lados del túnel. El techo y los lados del túnel soportan el resto de la carga que equivale a una altura H_p . El ancho B_1 de la zona de la roca donde existe el

movimiento, dependerá de las características de la roca y de las dimensiones H_t y B del túnel.

| CLASE | TERRENO | TIPO DE TERRENO | CARGA DE ROCA-TECHO | | OBSERVACIONES |
|-------|-------------------------|-----------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | INICIAL | FINAL | |
| 1 | ROCA | Dura y Sana. | | | Revestimiento solo si hay caída de bloques. |
| 2 | ROCA | Dura estratificada o esquistosa. | | 0 a 0.5B | Depende de buzamiento caída de bloques probable. |
| 3 | ROCA | Masiva, moderadamente diaclasada. | | 0 a 0.25B | Caída de bloques probable. Empuje lateral si hay estratos inclinados. |
| 4 | ROCA | Moderadamente Fracturada. Bloques y Lajas. | | 0.25B a 0.35 (B+H) | Necesita entibación rápida. Empuje lateral pequeño. |
| 5 | ROCA | Muy fracturada. | 0 a 0.6 (B+H) | (0.35 a 1.1) (B+H) | Entibación inmediata. Empuje lateral pequeño. |
| 6 | ROCA | Completamente fracturada pero sin meteorizar. | | 1.1 (B+H) | Entibación continua. Empuje lateral considerable. |
| 6' | GRAVA O ARENA | Densa. | (0.54 a 1.2) (B+H) | (0.62 a 1.38) (B+H) | Los valores más altos corresponden a grandes deformaciones que aflojan el terreno. |
| 6" | GRAVA O ARENA | Suelta. | (0.94 a 1.2) (B+H) | (1.08 1.38) (B+H) | Empuje lateral $P_h = 0.3 \cdot (H + 0.5 H)$ |
| 7 | SUELO COHESIVO | Profundidad moderada. | | (1.1 a 2.1) (B+H) | Fuerte empuje lateral. Entibación continua con cierre en la base. |
| 8 | SUELO COHESIVO | Profundidad grande. | | (2.1 a 4.5) (B+H) | |
| 9 | SUELO O ROCA EXPANSIVOS | Expansivo. | | Hasta 80 m sea cual sea (B+H) | Entibación continua y circular (y deformable en casos extremos). |

Tabla 1. Cargas para dimensionar ERL sostenimiento.

| Estado de la roca | Altura de Carga Hp en m | Observaciones |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Dura, masiva sana o intacta. | Cero | Sostenimiento ligero si existe roca explosiva. |
| 2. Dura, sana pero estratificada o esquistosa. | 0 a 0.5B | Refuerzo escaso como protección contra desprendimiento. La carga puede cambiar en forma errática de un punto a otro. |
| 3. Masiva ligeramente fragmentada. | 0 a 0.25B | |
| 4. Mediana o moderadamente fracturada. | 0.25B a 0.35 (B+Ht) | No hay presión lateral. Sostenimiento para el techo. |
| 5. Muy fracturada en bloques y fracturas abiertas. | (0.35 a 1.1) (B+Ht) | Poca o ninguna presión lateral, Sostenimiento para techo y piso. |
| 6. Totalmente triturada pero químicamente inalteradas. | 1.1 (B+Ht) | Presiones laterales considerables. Los efectos de las infiltraciones hacia el piso del túnel requieren apoyo continuo. Arcos circulares. |
| 7. Roca comprimida fluye plásticamente a poca profundidad. | (1.10 a 2.20) (B+Ht) | Considerable presión lateral usar sostenimiento circular. |
| 8. Roca comprimida a gran profundidad. | (2.10 a 4.50) (B+Ht) | |
| 9. Roca expansiva. | Hasta 80 m. Independiente de (B+Ht) | Sostenimiento circular. |

Tabla 2. Clasificación de Terzaghi en Excavaciones subterráneas en roca de Hoek.

| Características de estabilidad de las paredes del túnel. | Constante de Terzaghi (Kp) | Altura de bóveda de carga (Hp) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 1. Paredes del túnel en roca intacta, afecta la estratificación y geometría del túnel. | De 0.1 a 0.5 | Kp (B) |
| 2. Paredes similares a las anteriores pero afectados por varios sistemas de discontinuidades y que no producen mayores desprendimiento de roca. | De 0.5 a 1.0 | Kp (B) |
| 3. Situación similar a la anterior pero produce desprendimiento de los bloques de roca de las paredes del túnel. | De 0.6 a 1.0 | Kp (B+H) |

Tabla 3. Constante de Terzaghi para cálculo de presión minera para minas de carbón.