

Comentario

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA Y ANÁLISIS ESTABILIDAD DE TALUDES DEL MACIZO ROCOSO CORIS, CARTAGO, COSTA RICA

José Fco. Cervantes

E-mail: rebellion@racsa.co.cr

En el artículo publicado en la Rev. Geol. América Central 26: 91-96, se realizan dos análisis, el primero es una clasificación geomecánica de un macizo rocoso y el segundo un análisis de estabilidad de taludes del mismo macizo.

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA

Son varios los métodos que se han desarrollado para la clasificación de macizos rocosos, los cuales tienen el objetivo de contribuir en la toma de decisiones en el desarrollo de obras civiles. Estos métodos se fundamentan en las características físico-mecánicas de las rocas, las condiciones hidrogeológicas y el entorno geotécnico. Su desarrollo es empírico y se basa en experiencias obtenidas en diversos proyectos de construcción civil. La mayoría de ellos se orientan a la excavación de obras subterráneas.

Estos métodos son herramientas prácticas para evaluar *a priori* las condiciones de un macizo rocoso. Su aplicación busca una simplificación de las variables que afectan el comportamiento de las rocas bajo los efectos de cambios originados en el desarrollo civil. Esta aplicación obedece en gran parte a lo complejo que es inter-

pretar el medio geológico y, la otra, al establecimiento de fórmulas que ayuden en el diseño y la presupuestación de las obras.

El número de usuarios de los métodos de clasificación de macizos rocosos viene en aumento, dado que encuentran en ellos la sencillez con que se obtienen resultados, permitiéndoles decidir sobre aspectos técnicos y económicos. Sin embargo, es necesario llamar la atención de que estos métodos siguen siendo herramientas que muestran una tendencia del comportamiento del medio rocoso y no significa que allí termina el análisis.

Uno de los problemas que se acarrea con estos métodos es que se necesita experiencia para poder evaluar el resultado que se está obteniendo. La aplicación aritmética es sencilla, no obstante interpretar el valor final puede introducir una variable subjetiva. Los métodos como evaluador primario son buenos, pero se debe de tener mucho cuidado con su aplicación final en el diseño y la toma de decisiones.

Dado al grado de simplificación, es muy corriente que varias particularidades de las rocas puedan pasar desapercibidas. Por ejemplo, estos métodos son poco útiles en rocas blandas y, si se usan, se debe de interpretar con mucho cuidado su resultado.

El primer comentario referido al artículo es que las areniscas de la Formación Coris se alejan mucho a un comportamiento geomecánico de roca dura, más bien tienden a caer dentro del paquete de rocas blandas, rocas que son difíciles de clasificar. La aplicación del RMR y Q no es una buena opción para establecer su comportamiento geomecánico.

Las areniscas, por su baja resistencia a la compresión, pueden fallar en ciertas condiciones; no solamente por sus zonas de debilidad, sino a través de su propia matriz o una combinación de ambas. Por eso es que los métodos de clasificación pueden encaminar a un resultado erróneo. De igual forma su permeabilidad y la cohesión de los granos de las areniscas puede permitir un comportamiento diferente al de una roca dura.

Es necesario señalar que el RMR y el Q de Barton fueron desarrollados para excavaciones subterráneas. Si su aplicación es para estabilidad de taludes, no son los mejores sistemas que deberían ser implementados en este ejercicio. Se entiende que su aplicación es para obtener los parámetros de resistencia de cohesión y fricción, sin embargo, estos valores corresponden con aproximaciones que no pueden sustituir el valor real que se requiere para un verdadero análisis de estabilidad, en el que se incluya el factor de seguridad.

El RQD establecido en el estudio no es compatible con el espaciamiento encontrado para las tres diferentes familias de fisuras. La familia N° 3 es la que presenta el menor espaciamiento (0,3 m), las otras dos son de 1,65 y 1,45 m. Cualquier combinación no debería dar un valor tan bajo de RQD de 22,6 %.

En cuanto al establecimiento del sistema de fracturas más desfavorable, existen dos inconsistencias:

1. No siempre el espaciamiento entre fracturas es el elemento de mayor peso para denominarlas como las más desfavorables, aspecto que es usado en una parte del artículo, aunque posteriormente se hace otra valoración.
2. Esta valoración es incompatible entre el método y el uso que se le dará. Tal como

ha sido expuesto, tanto el RMR como el factor Q están orientados a excavaciones subterráneas, sin embargo, aquí se escogen las fisuras que afectarán el talud.

ESTABILIDAD DE TALUDES

El aspecto más controversial en el análisis es considerar que las areniscas fisuradas se comportarán homogéneamente y que la superficie de ruptura será circular. Esta premisa es completamente falsa. Primero que nada, el estudio lo inician realizando un análisis de macizo rocoso y lo terminan considerándolo como un suelo. Segundo, aún siendo rocas blandas, no debe haber duda que los planos de debilidad encontrados registrarán la deformación del macizo rocoso; existen muchos ejemplos sobre ello, tanto en la literatura como en condiciones locales.

Cuando se obtiene los valores de cohesión y fricción a través de un sistema de clasificación de macizo rocoso, se entiende que el macizo fallará siguiendo las debilidades existentes y la estructura de la roca globalmente. Por tanto, es inconsistente usar estos valores en el análisis de estabilidad aquí propuesto.

El *PC-Slope* es un programa orientado al análisis de estabilidad de taludes en suelos y no está capacitado para asumir la fracturación de la roca; por tanto, en el análisis debe ser obviado. Existen otros métodos que permiten establecer la probabilidad de falla de un talud en roca y estimar el factor de seguridad de la excavación. En un macizo como el aquí tratado pueden desarrollarse cualquiera de los tres tipos de fallas esperadas, falla planar, falla en cuña y falla por basculamiento, todo depende de la orientación del corte.

El método más rápido para establecer la posibilidad de falla de un talud en roca es el de admisibilidad cinemática. Este método utiliza el sistema de proyección estereográfica; con él se puede visualizar la tendencia de los planos y la conjugación entre ellos respecto al talud propuesto. Después de obtener la probabilidad de falla, otros métodos podrían combinarse para así establecer el factor de seguridad de los taludes

proyectados. Hoek & Bray (1981) en su libro *Engineering Rock Slope* presentan muy buenas soluciones al respecto.

Con el fin de revisar rápidamente la estabilidad del talud propuesto se ejecutó el análisis cinemático. Para ello se utilizaron los datos que se encuentran en el artículo y se asume una pendiente del talud de 70° . La figura 1 muestra este análisis.

El resultado indica que la orientación del talud es bastante favorable a la estabilidad. El ángulo apropiado del mismo no debería ser mayor a los 68° . Si se supera este ángulo existe posibilidad de falla planar por medio del sistema de fisuras 3 y de cuña a través de la intersección de los planos 2 y 3. Existe muy baja probabilidad de falla por basculamiento de la familia de fisuras 1, aunque si el ángulo de esta es mayor, la posibilidad se incrementa. Un cambio en el rumbo del talud y su ángulo brinda otro escenario a la estabilidad de taludes.

SÍNTESIS

La aplicación de herramientas para solventar problemas de estabilidad de taludes es útil en la medida que se conozcan sus limitaciones. Me parece que el ejercicio aplicado en el artículo mezcla conceptos y herramientas que no son compatibles. Si se inicia considerando el material como roca y se clasifica como macizo rocoso, el análisis de estabilidad deberá seguirse bajo el mismo concepto.

La premisa de que el talud se comportará homogéneamente y fallará con una superficie circular es falsa o tiene muy baja probabilidad de que ocurra. Por lo tanto, los resultados obtenidos con el *PC-Slope* no son razonables para la condición del medio geológico que es expuesto en el trabajo.

El RMR y Q están orientados a la excavación de obras subterráneas y no para estabilidad de taludes.

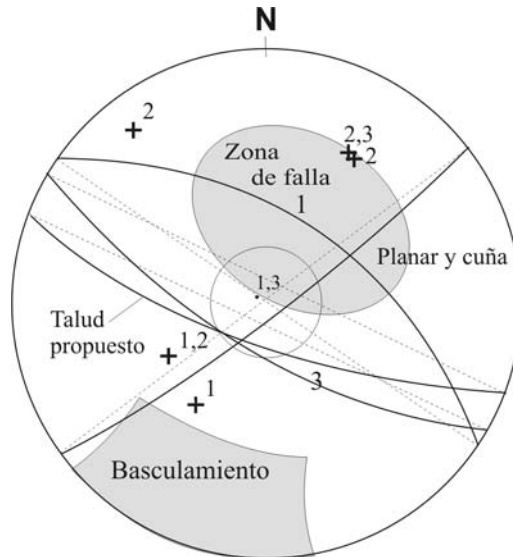


Fig. 1: Análisis cinemático de la estabilidad del talud.