

# LAS DIACLASAS, SU ORIGEN PARA UNA DEFINICIÓN Y USO ADECUADO EN DISEÑO GEOTÉCNICO

Roque García Ruiz, Eduardo García Romero

R.G.R. Ingeniería CA– CC Los Chaguaramos, Piso 15, Ofic. 15-12. Caracas 1041, Venezuela

## INTRODUCCIÓN

Las diaclasas constituyen un tema de gran importancia en la valoración de macizos rocosos, el cual tiende a simplificarse en relaciones y fórmulas para obtener en conjunto con otros parámetros, un índice integral de su calidad. Lo anterior constituye valores que consideran a las diaclasas como patrones constantes, generalmente en desarrollo y frecuencias, presentes en rocas tanto de origen ígneo, sedimentario o metamórfico (Fotografías 1 a 3). En el presente artículo, y de acuerdo a una serie de experiencias de campo, se describen la importancia del entendimiento del origen de las diaclasas, que en conjunto con las observaciones detalladas en superficie, nos permitirá cuantificar los parámetros de resistencia del macizo rocoso de acuerdo a su estado de tensiones dentro de factores de seguridad adecuados y con diseño cónsono de economía.



*Fotografías 1 a 3. Patrones de diaclasas en rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, R. García, 2013.*

## ORIGEN

La formación de diaclasas comienza con las microfisura, fracturas microscópicas, pudiendo considerarse de dimensiones no mayor al milímetro, siendo éstas el primer paso de su formación. Cualquier masa rocosa confinada a condiciones de presión y temperatura, se encuentra bajo un estado de tensiones, donde las microfisuras forman parte del macizo rocoso. Cuando dicho estado de tensión varía, debido a liberación de la presión o disminución de la temperatura, las microfisuras se desarrollan a fisuras de dimensiones mayores al centímetro. Si las tensiones del macizo rocoso se liberan, se tenderá a una expansión, con aumento de volumen donde las fisuras se desarrollan pasando a diaclasas con dimensiones mayores a la décima del metro.

## RESISTENCIA

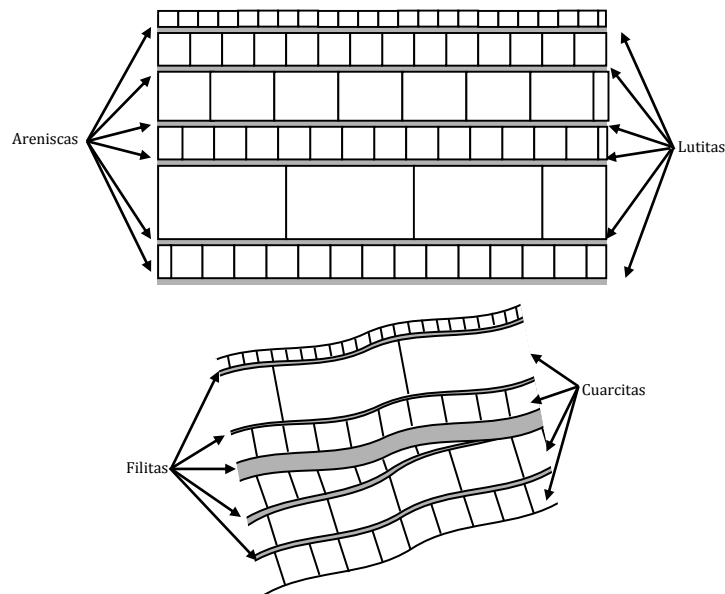
La resistencia del macizo rocoso dependerá de la Solicitación de las estructuras geológicas, donde los planos originales en la formación de las rocas, estratificación y foliación, sumado a la presencia de las denominadas fisuras, formaran de acuerdo al estado de esfuerzo un patrón de fracturamiento del cual dependerá la resistencia del macizo rocoso. Lo anterior permitirá mayor o menor desarrollo, así como la frecuencia de las diaclasas, clasificando la superficie expuesta de excavación, como muy fracturada o poco fracturada. Si tenemos una excavación cuya superficie expuesta evidencia alto fracturamiento, con planos de diaclasas de fractura brillante, seguramente constituye una reacción del macizo a la excavación, pudiendo encontrarse a profundidad, alejado de la superficie de excavación como sano, impermeable. Igualmente los efectos de la meteorización originan que el macizo rocoso se presente mas fracturado hacia la superficie, con menor fracturamiento a profundidad, tal como se observan en los núcleos de perforación en la Fotografía 4.



*Fotografía 4. Núcleos de perforación en rocas donde se evidencia la disminución del fracturamiento con la profundidad.*

### **FRECUENCIA**

En secuencias de capas sedimentarias, constituidas por areniscas, se evidencia a simple vista que a mayor espesor de capas, menor frecuencia de diaclasas. Similar situación se observa en las rocas metamórficas donde los planos de foliación delimitan intervalos litológicos uniformes de distinto espesor (Figuras 1 y 2). Comparen las figuras con la fotos 2 y 3.

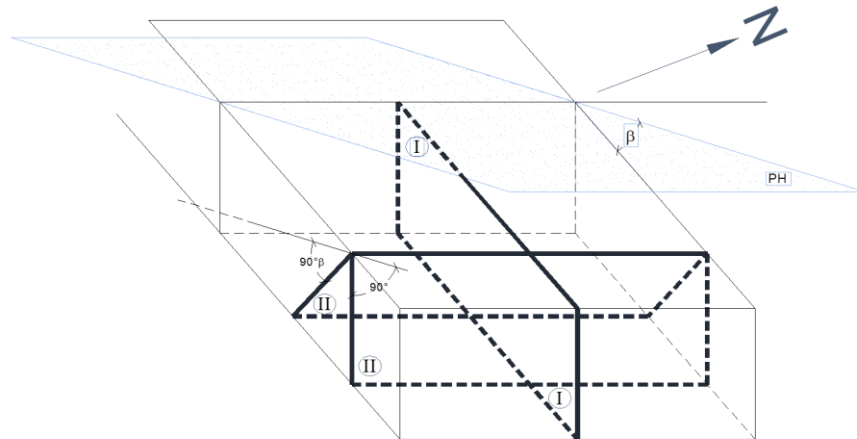


*Figuras 1 y 2. Secuencias de rocas sedimentarias y metamórficas, en ambas se representa la frecuencia de diaclasas a esperar.*

### **GEOMETRÍA**

Un análisis detallado de los patrones de diaclasas en rocas sedimentarias y metamórficas en general muestra un control asociado con el plano de estratificación o foliación, los cuales constituyen fronteras en el desarrollo de las diaclasas. Cuando tenemos un intervalo limitado entre dos planos formacionales, tal como se esquematiza en la Figura 3, el mejor desarrollo de la diaclasa se forma de acuerdo a la línea de máxima pendiente del plano o buzamiento, (I), en general vertical. Otro sistema que le sigue en importancia se forma aproximadamente paralelo al rumbo del plano principal (estratificación o foliación), (II), con buzamiento que puede variar de vertical a buzamiento opuesto a dichos planos principales.

Otro sistema se puede formar diagonal a los planos anteriores, posiblemente debido a un estado de tensión en la roca entre dichos planos principales, pudiendo resultar buzamiento entre  $45^\circ$  y  $60^\circ$ . Ejemplo de lo anterior se puede observar en afloramientos tanto en roca sedimentarias como metamórficas, destacándose la limitación de las diaclasas entre las capas, así como los patrones ortogonales principales. Si la masa se presenta uniforme, como en el caso de rocas ígneas, en general el desarrollo de las diaclasas dependerá del cambio de tensiones, cuya orientación debe de estar relacionado en forma macro con la orientación de estructuras principales que controlen dicha masa. En algunos casos los patrones de diaclasas en las rocas ígneas, dependen de la presencia de planos de foliación u orientación mineralógica.



**Figura 3.** Formación de patrones de diaclasas de acuerdo a la posición de los planos de foliación o estratificación.

En una masa ígnea como la que se muestra en la Fotografía 5 se destacan escasas diaclasas, en general, formando patrones verticales, limitados por una especie de planos de foliación horizontales a distancia de unos 8 metros. En un macizo rocoso ígneo, controlado por planos de foliación que asemejan a capas, como lo señalado en la Fotografía 6, cuyos espesores varían entre 20 a 50 centímetros, se destacan patrones de diaclasas ortogonales tanto perpendiculares como paralelas al plano de dicha foto.



**Fotografía 5.** Excavación vertical en rocas graníticas al comienzo del canal de descarga de la presa Tocoma, Venezuela. Planos de foliación (en amarillo) a distancias vertical a unos 8 m.

**Fotografía 6.** Excavación en el canal de descarga de la presa Tocoma, a unos 200 metros aguas abajo de la foto anterior, obsérvese el contracte del alto fracturamiento, relacionado con la relevación de esfuerzo en el macizo debido a la excavación.

## COMENTARIOS

El tema de las diaclasas y todo lo relacionado con la resistencia del macizo rocoso constituye un tema de gran interés, pudiendo concluirse que lo expuesto en el presente artículo constituye el resultado de una serie de experiencias en conjunto con la percepción de los problemas. Se destaca que en la valoración utilizada en los distintos métodos de clasificación de macizo rocoso, no está considerada en forma aceptada la influencia de las diaclasas en su resistencia. De acuerdo a lo expuesto, queda por parte de los profesionales relacionados con temas geotécnicos, la ejecución de análisis más detallados acerca de las diaclasas en la resistencia del macizo rocoso, la necesidad de ejecutar evaluaciones e investigaciones adicionales con criterios acorde al problema.

## REFERENCIAS

1. Billings J. G. (1963), "Geología Estructural". Eudeba. Buenos Aires. Argentina.
2. Bureau of Reclamation, (1980), Manual de Tierras. U.S. Department of the Interior. Washington, D.C. Edición en Español. Editorial Técnica Bellisco. Madrid 20. España.
3. Fairhurst C. (1963), "Rock Mechanics". MacMillan, New York, EEUU.
4. De Sola O. (1978), "Posibilidades de Sismicidad Inducida por el Embalse de Gurí". Sociedad Venezolana de Mecánica de Suelo e Ingeniería de Fundación". Boletín N° 48.
5. Dunbar O.C. (1961), "Geología Histórica". Compañía Editorial Continental, S.A. México D.F. México.
6. García R. (1971), "Propiedades Mecánicas de los Esquistos Calcáreo-Grafitosos y Observaciones Geológico-Geotécnicas en la Autopista Coche-Tejerías, km 8+000 al km 22+000". Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Metalúrgica.
7. García R. (1989), "Problemas de Estabilidad en los túneles del Acueducto Regional del Estado Táchira". VII Congreso Geológico Venezolano.
8. García R. (1998), "Análisis de Deformación en Túneles a partir de Ensayos sobre Modelos en dos Dimensiones". Sociedad Venezolana de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones. Boletín N°58.
9. García E., García R. (2004), "El Origen de las Diaclasas en Macizos Rocosos y su Consideración en Obras de Ingeniería". Sociedad Venezolana de Geotecnia (SVDG). XVIII Seminario.
10. García R. (2006), "El Ensayo de Compresión Simple en Rocas Metamórficas Foliadas". Sociedad Venezolana de Geotecnia. Boletín 85.
11. García R. (2006), "Consideraciones sobre Deformación en Túneles y los Parámetros de Resistencia en Macizos Rocosos estratificados y Foliados. Limitación en el uso del Índice de Calidad Geomecánica GSI". Sociedad Venezolana de Geotecnia (SVDG). Boletín 86.
12. García R. (2008), "Geología Aplicada a Obras Viales". 50 Aniversario de la Sociedad Venezolana de Geotecnia. Sociedad Venezolana de Geotecnia (SVDG).
13. Hoek E. Brown T., (1998) "Practical Estimates of Rock Mass Strength, Int. J. Rock. Mech. Min. Sei, Vol 34, N°8, pp 1165-1186.
14. Krynine y Yudd (1961), "Principio de Geología y Geotecnia". Editorial Omega, Barcelona, España.
15. Legget R. (1965), "Geología para Ingeniero". Editorial Gustavo Gili, S.A.
16. Muguerza A. A. (2008), "Aguas Arriba del Flujo Torrencial". Un Análisis Geotécnico- Meteorológico de la Tragedia de Vargas. Estado Vargas. Venezuela. [www.aguasarriba.com](http://www.aguasarriba.com).
17. Obert-Duvall (1966), "Rock Mechanics and the Design of Structures in Rock". Editorial Wiley, New York, EEUU.
18. Perri G. (1999), "Contribución a la Caracterización geomecánica de los Macizos Rocosos en base al GSI de Hoek y Brown. Sociedad Venezolana de Geotecnia. Boletín 79.
19. Salcedo D. (1983), "Macizos Rocosos: Caracterización, Resistencia al Corte y Mecanismo de Rotura". Sociedad Venezolana de Mecánica del Suelo e Ingeniería de Fundaciones. 25 Aniversario.(Conferencia).
20. Suarez V. L.M. (2002), "Incidentes en las Presas de Venezuela". Editorial Arte. Venezuela.
21. Stagg-Zienkiewicz (1968), "Mecánica de las Rocas en la Ingeniería Practica" Editorial Blume. Madrid. España.
22. Terzaghi, K. (1943), "Theoretical Soil Mechanics" New York, John Wiley and Sons.
23. Ucar R. (2001), "Determinación de la Resistencia al Corte en Macizos Rocosos Aplicando el Criterio Empírico de Hoek y Brown. Sociedad Venezolana de Geotecnia. Boletín 79.
24. UCV (1967), "Desarrollo de Agua Subterránea. Curso para Graduados. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, en colaboración con las Escuelas de Civil y Geología, Minas y Metalúrgica. Con colaboración de la Organización Mundial de la Salud y de las Naciones Unidas.