

Guía de Descripción de sondajes

En la presente sesión comenzaremos a caracterizar el macizo rocoso mediante testigos de sondajes.

CARACTERIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE MACIZOS POR SONDAJES

La idea es llenar la siguiente tabla:

Tabla 1: Descripción de sondajes

Tramo [mt]		Recuperación % (1)	Descripción Litológica (2)	Grado de Meteorización (3)	Frecuencia de fracturas ff/m (4)	RQD [%] (5)	JRC (6)	Tipo de relleno (7)	Resistencia del Relleno (8)	Observaciones
Desde	Hasta									
9,4	10,4	100	Andesita	II	3	93	9	Yeso	S5	vetillas de Qz

1. Porcentaje de recuperación

$$Re\ c[\%] = \frac{Larg\ o\ Suma\ Trozos}{Larg\ o\ Total\ Sondaje} \cdot 100$$

El tramo del sondaje que no fue recuperado, corresponderá en general al porcentaje que no cae dentro de los rangos I, II, y III del grado de meteorización, o un tramo de roca molida, muy fracturada, donde no se reconoce la forma del cilindro del sondaje.

2. Descripción litológica

Se debe describir la roca de manera general usando términos sencillos.

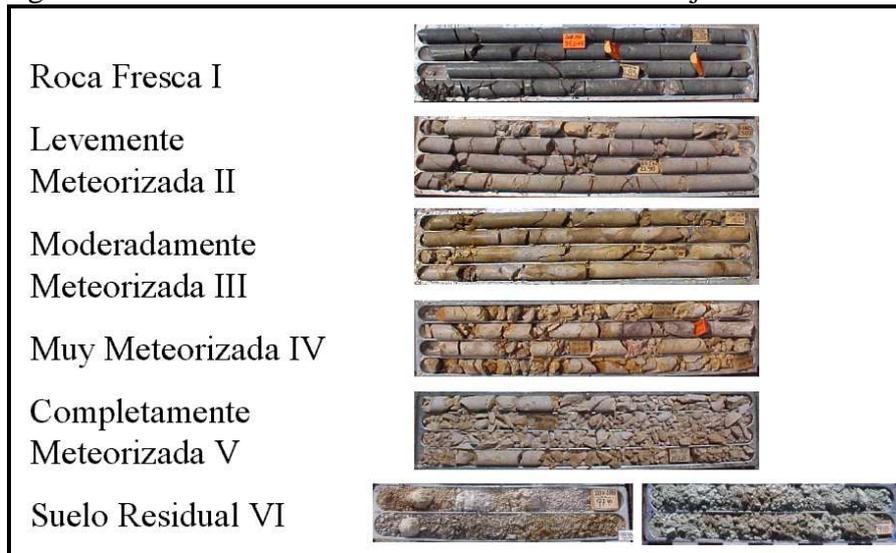
3. Grado de meteorización

La meteorización corresponde al proceso destructivo, por el cual la roca cambia, al estar expuesta a los agentes atmosféricos en o cerca de la superficie de la tierra, y comprende una desintegración física y una descomposición química de la roca. La Tabla 2 muestra los grados de meteorización desde una roca fresca a un suelo residual. Para el caso de yacimientos mineros, existe una alteración de la roca de origen hipógeno, que en algunos casos también degrada la roca, y donde también se puede cuantificar, mediante el grado de meteorización, el proceso destructivo que ha sufrido ésta.

Tabla 2, Grado de Meteorización ISRM (1981)

TERMINO	DESCRIPCIÓN	GRADO
Roca Fresca	No presenta signos visibles de meteorización en la roca: tal vez una leve decoloración en las superficies de las discontinuidades mayores.	I
Levemente Meteorizada	La decoloración indica meteorización de la roca y en las superficies de las discontinuidades. La roca en su totalidad puede estar decolorada por la meteorización y puede estar externamente algo más débil, que en su condición fresca.	II
Moderadamente Meteorizada	Menos de la mitad de la roca esta descompuesta y/o desintegrada como un suelo. La roca fresca o decolorada se puede presentar como colpas o testigos continuos.	III
Muy Meteorizada	Más de la mitad de la roca esta descompuesta y/o desintegrada como un suelo. La roca fresca o decolorada se puede presentar como colpas o testigos discontinuos.	IV
Completamente Meteorizada	Toda la roca esta descompuesta y/o desintegrada como un suelo. La estructura original del macizo aún se mantiene en gran parte intacta.	V
Suelo Residual	Toda la roca está convertida como suelo. La estructura del macizo y la fábrica del material están destruidas. Existe un gran cambio de volumen, sin embargo el suelo no ha sido transportado significativamente.	VI

Figura 1: Grado de meteorización en tramos de sondajes de diamantina



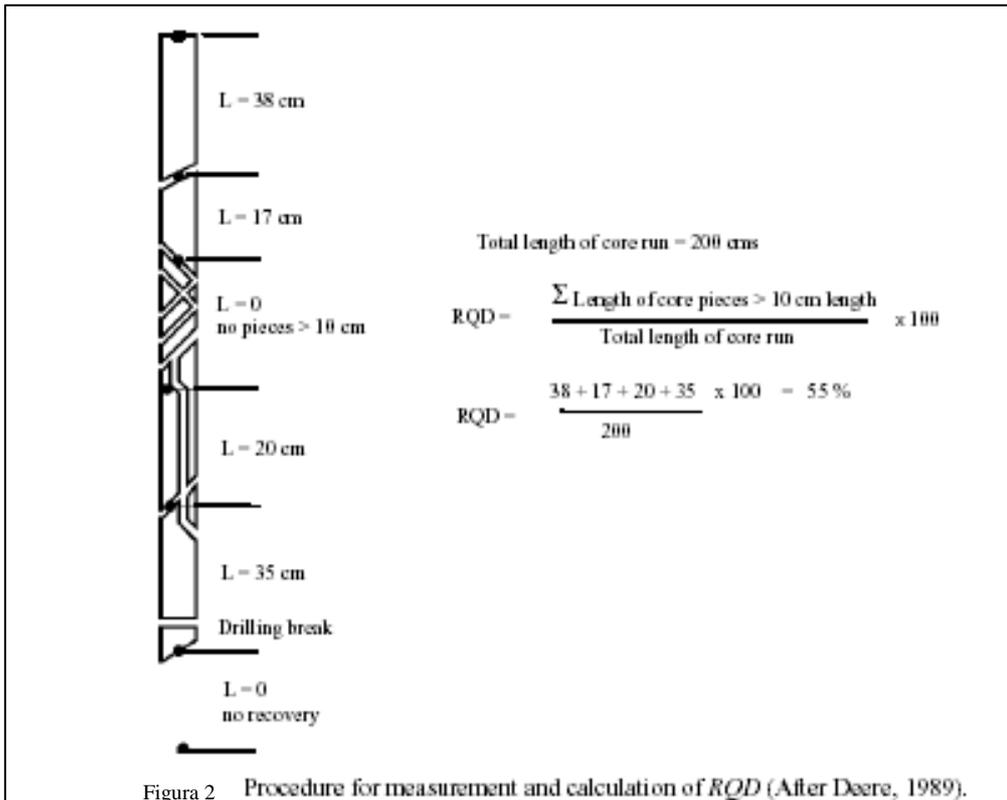
4. Frecuencia de fracturas

ff/m: cantidad de fracturas por metro de sondaje.

5. RQD (Rock Quality Designation index; Deere et. al. 1967)

Fue diseñado como una herramienta para estimar cuantitativamente la calidad del macizo rocoso a partir de testigos de sondaje.

RQD es definido como el porcentaje de trozos intactos mayores a 10 cm en el largo total del sondaje. El testigo debe ser de tamaño no menor a NW (diámetro 54.7 mm o 2.15 pulgadas), obtenido de perforaciones con barras de doble tubo.



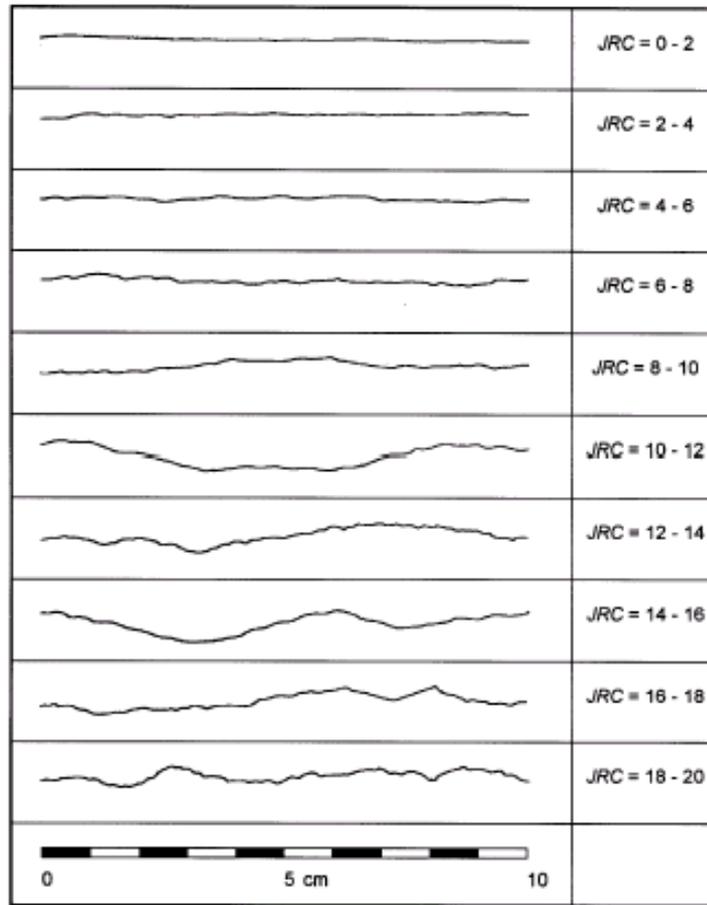
Deere propuso la siguiente relación entre el valor de RQD y la calidad de la roca para ingeniería:

RQD	Calidad de la
< 25 %	Muy mala
25 – 50 %	Mala
50 – 75 %	Regular
75 – 90 %	Buena
90 – 100 %	Muy buena

6. Rugosidad a escala menor (JRC)

Este parámetro permite estimar el grado de aspereza natural presente en las discontinuidades de la roca a escala menor (10 cm, ver Figura 3), siendo un importante parámetro para la caracterización de la condición de las discontinuidades. El JRC ha sido definido por Barton (1977) para el cálculo del coeficiente de rozamiento interno de la roca. Sin embargo la medición del JRC, no permite conocer el comportamiento de las discontinuidades a gran escala, lo cual es de gran importancia. Las mediciones de la rugosidad a gran escala deberán ser obtenidas a partir de levantamientos geotécnicos directos en terreno ya sea en galerías, caserones, afloramientos, o en taludes.

Figura 3, Esquema para la determinación del JRC (Barton, 1977)



7. Tipo de Relleno

La caracterización del relleno comprende su espesor, y descripción o mineralogía.

8. Resistencia del Relleno

La resistencia del relleno se determina mediante el uso de la tabla siguiente, se considera que el material más débil del relleno será el que debe caracterizarse:

Tabla 3: Criterios para la Estimación de la Resistencia del Material de Relleno¹

Grado	Descripción	Identificación de terreno	Rango aproximado de resistencia a la compresión uniaxial (Mpa)
S1	Arcilla Muy Blanda	Fácilmente penetrable varias pulgadas con el puño.	<0,025
S2	Arcilla Blanda	Fácilmente penetrable varias pulgadas con el pulgar.	0,025-0,05
S3	Arcilla Firme	Puede ser penetrada varias pulgadas con el pulgar, con esfuerzo moderado.	0,05-0,10
S4	Arcilla Rígida	Fácilmente marcada por el pulgar, solamente puede ser penetrada con gran esfuerzo.	0,10-0,25
S5	Arcilla Muy rígida	Fácilmente marcada por la uña.	0,25-0,50
S6	Arcilla Dura	Marcada con dificultad por la uña.	>0,50
R0	Roca Extremadamente Débil	Marcada por la uña.	0,25-1,0
R1	Roca Muy Débil	Se disgrega por un golpe fuerte de la punta del martillo geológico, puede ser escarbada por el cortaplumas.	1,0-5,0
R2	Roca Débil	Puede ser escarbada por el cortaplumas con dificultad, se deforma o disgrega por un fuerte golpe de la punta del martillo.	5,0-25
R3	Roca Medianamente Fuerte	No puede ser escarbada o disgregada por una cortaplumas, la muestra se fractura con un solo golpe firme del martillo geológico.	25-50
R4	Roca Fuerte	La muestra requiere más de un golpe del martillo geológico para ser fracturada.	50-100
R5	Roca Muy Fuerte	La muestra requiere de muchos golpes del martillo geológico para ser fracturada.	100-250
R6	Roca Extremadamente Fuerte	La muestra solo puede ser astillada con el martillo geológico.	>250

CÁLCULO DE OTROS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

En base a la información se pueden determinar los siguientes parámetros geotécnicos:

Espaciamiento Medio Si el tramo de roca $L_1 = \Sigma(\text{largo de testigos de roca limitados por estructuras, del tramo } L)$ y, $N_1 = \text{Número de testigos considerados}$, el espaciamiento medio: $E = L_1/N_1$ m, y la frecuencia de fracturas $ff = N_1/L_1$ m⁻¹.

Porcentaje de Roca Se define como porcentaje de roca, al porcentaje del tramo considerado que presenta roca con un grado de meteorización entre I y III, de acuerdo a la figura 6 y que además se pueda reconstruir la forma del cilindro original. El largo del tramo considerado L , el porcentaje de Molido P_m y el porcentaje de roca P_r , están relacionados por las siguientes formulas:

El tramo de roca $L_1 = \Sigma$ (largo de testigos de roca limitados por estructuras, del tramo L).

El tramo de molido $L_2 = L - L_1$

$$L = L_1 + L_2$$

$$P_m = L_2/L * 100$$

$$P_r = L_1/L * 100$$

¹ Los grados S1 a S6 se aplican a suelos cohesivos, por ejemplo arcillas, arcillas limosas, y combinaciones de limos y arcillas con arenas, generalmente de bajo drenaje. La resistencia de las paredes de las discontinuidades, o la matriz de la roca será generalmente caracterizada por los grados R0-R6 mientras que S1-S6 (arcilla) serán generalmente aplicados a los rellenos "blandos" de las discontinuidades.

Porcentaje de Molido El porcentaje de molido ha sido definido, como el porcentaje del tramo de sondaje que presenta un comportamiento como suelo. También se ha signado a los tramos de testigos perforados sin recuperación o a los tramos donde el testigo recuperado, no es capaz de mantener la forma cilíndrica producida por la corona de perforación. Para mejorar esta definición se considerará como molido los siguientes tramos de sondaje:

- Cuando el grado de meteorización sea IV, V, VI.
- Los tramos no recuperados, considerando que la perforación ha sido realizada adecuadamente.
- Los tramos de roca muy fracturada, en que no se pueda reconstruir o reconocer el cilindro de roca original

CARACTERIZACION GEOTECNICA

Los parámetros geotécnicos levantados permitirán generar una base de información geotécnica, a la cual podrá agregarse, el diámetro de perforación, la recuperación %, y las características de ubicación y disposición espacial de cada sondaje. Lo anterior, en conjunto con la información geológica-geotécnica recopilada en superficie, o en laboreos cercanos, permitirá caracterizar geotécnicamente los tramos de roca cortados por los sondajes, y de acuerdo a los requerimientos de diseño se seleccionará el sistema de clasificación geotécnico, más adecuado (GSI, RMR, MRMR, Q, etc).

Los valores obtenidos para los porcentajes de Molido, y de Roca, se pueden correlacionar con el espaciamiento medio, el RQD, el grado de meteorización y las diferentes categorías de clasificaciones geotécnicas. La importancia de estos parámetros depende especialmente de las condiciones de alteración mecánica de las rocas estudiadas. La figura muestra un diagrama ternario, que correlaciona el RQD, la roca con espaciamientos menores que 10 cms, y el molido, para diferentes calidades de RMR, para una secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias alteradas e intemperizadas.

