

CAPITULO III

3.- CARACTERISTICAS DEL MACIZO ROCOSO

3.1.- FUNDAMENTACION

La cuantificación de las características estructurales y geomecánicas de las rocas circundantes a las estructuras mineralizadas, tienen una justificación técnica y económica para una explotación racional, segura y rentable; su utilización esta orientada para el planeamiento y diseño, selección de equipos, diseño de la perforación, voladura y sostenimiento de labores mineras superficiales y subterráneas.

La implementación de un sistema de información geomecánica en las diferentes actividades mineras; para su aplicación en el diseño de labores mineras, comprenderá realizar los siguientes estudios:

- * Caracterización del macizo rocoso, a través de:
 - Levantamiento litológico – estructural.
- * Caracterización del comportamiento mecánico de la masa rocosa y sus componentes; a través de:
 - Ensayos de laboratorio: Determinación de Propiedades Físicas y Propiedades Mecánicas de la roca y mineral.
 - Ensayos In-situ.
 - Índice de la calidad de la roca: RQD.
- * Clasificación geomecánica del macizo rocoso.
- * Zoneamiento de la masa rocosa.

3.2.- CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO

3.2.1.- LEVANTAMIENTO LITOLÓGICO - ESTRUCTURAL

Consiste en registrar información Litológica-estructural de la masa rocosa, este trabajo debe ser ejecutado; mediante las observaciones de campo, utilizando normas sugeridas por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas - **ISRM (Society International For Rock Mechanic's)**, en las diferentes labores de acceso, desarrollo y preparación para la explotación futura de la operación minera.

La información entre otras, estará constituidos por litología, meteorización, alteraciones, presencia de agua, tipo, forma de superficie de las

discontinuidades, espaciado, continuidad y frecuencia de las diaclasas, y la orientación y rumbo de las estructuras y/o discontinuidades.

Esta información debe ser evaluada, cuantificada a través de un tratamiento computarizado; mediante la aplicación de Software: “DIP´S” para **determinar el número de familias de discontinuidades “Jn” (Joint Set Number)** y “UNWEDGE” para **determinar la presencia de cuñas**, y/o áreas inestables, se adjuntan los formatos en los anexos para la toma de los datos de campo.. Los resultados serán ploteados en cada estación por niveles; en el caso de labores subterráneas y labores superficiales, en planos geológicos estructurales, debiendo de analizar además de la información estructural las orientaciones preferentes de las discontinuidades, ubicación de las estaciones de muestreo; consecuentemente la elaboración de un plano compuesto de las características estructurales. Toda la información servirá como base para establecer la clasificación geomecánica de la masa rocosa entorno de la operación minera.

En complemento a la información litológica estructural es necesario realizar estudios petromineralógicos de las rocas y minerales característicos y representativos de la zona.

3.3.- CARACTERÍSTICAS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE LA MASA ROCOSA Y SUS COMPONENTES

3.3.1.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Comprenderá determinar las propiedades físicas y mecánicas de los diferentes materiales rocosos, entre roca y mineral a partir de un muestreo selectivo y representativo en sectores característicos de la operación minera, incluyendo rocas de la diversidad de formaciones geológicas como por ejemplo: formaciones Chimú, Santa, Goyllirisquisga, Carhuaz y diferentes tipos de mineral como por ejemplo: piritoso, Skarn, Chiroje, Marmatita, Vuggy Silica.

Los ensayos deben realizarse en el laboratorio de Mecánica de Rocas, utilizando normas sugeridas por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas - **ISRM (Society International For Rock Mechanic´s)**, a partir de muestras de roca y /o mineral procedente de la mina técnicamente extraídos y transportados.

Estos deben ser sometidos a los siguientes ensayos :

Propiedades Físicas:

Densidad, Porosidad Aparente, Peso Especifico Aparente, Absorción en peso.

Propiedades Mecánicas:

Ensayo de Compresión Uniaxial.
Ensayo de Carga Puntual.

Ensayo de Corte Directo.
 Ensayo para la determinación de Constantes Elásticas.
 Ensayo de Compresión Triaxial.
 Ensayo de Tracción Indirecta – Brasilero.

Los resultados serán ploteados en un plano composito por niveles en caso de labores subterráneas y labores superficiales. de las características estructurares.

3.3.2.- ENSAYOS IN –SITU

En la operación minera se debe implementar un sistema de control instrumental para garantizar la estabilidad de las labores mineras subterráneas y superficiales. A través de :

Convergencia mediante:

- Extensómetros de varillas
- Extensómetros de cinta
- Extensómetros de hilo
- Extensómetros eléctricos

Subsidencia mediante:

- Inclinómetros
- Estación Total (Teodolito y distanciómetro Electrónico)

Rebote mediante:

- El martillo Schmidt de Dureza

Nivel y/o caudal del agua mediante:

- Piezómetros

Los resultados serán ploteados en planos. Esta información representa datos adicionales para garantizar la estabilidad de labores subterráneas y superficiales de una operación minera.

3.3.2.1.- ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA

La Calidad de la roca se determina mediante el RQD (Rock Quality Designation) por tres métodos descritos en el capítulo anterior:

Primer método:

Se basa en la recuperación en porcentaje de piezas enteras mayores a 100 mm. con relación a longitud total de una perforación diamantina.

Segundo método:

Se basa en el número de discontinuidades por metro lineal

Tercer método:

Se basa en el número de discontinuidades por metro cúbico

El valor RQD es representativo para cada tramo, representa además un valor numérico de la calidad de la roca; en este sentido, es necesario utilizar toda la información de las perforaciones diamantinas y los datos de campo referidos al número de discontinuidades.

3.4.- CLASIFICACIONES GEOMECÁNICAS DEL MACIZO ROCOSO .

Con los resultados y análisis de la información litológica-estructural, la resistencia compresiva uniaxial de las rocas y/o mineral, se debe elaborar la clasificación geomecánica del macizo rocoso utilizando criterios de Bieniawski (CSIR), Laubscher and Taylor, Barton (NGI), Marinos and Hoek (GSI), en algunos casos Protodyakonov. Con el objetivo de determinar la calidad del macizo rocoso.

3.5.- ZONEAMIENTO

Con la data básica, se determinará los dominios estructurales, es decir la zona de similar comportamiento geomecánico el mismo que debe estar representado en los planos de la operación minera.

3.6.- APLICACIONES

La caracterización del macizo rocoso es una información básica para el diseño de labores mineras esto implica que en todo proyecto de excavaciones subterráneas habrá que invertir recurso económico como trabajo y tiempo suficiente para la recolección e investigación de campo. De no ser así podría presentarse problemas inesperados después en la ejecución de una labor minera. En este sentido conviene aprovechar la mayor información disponible a partir de la ejecución de las labores de las fases de una investigación minera, entre labores de explotación, mapeos geológicos estructurales testigos de perforación diamantinas: labores mineras, etc. A fin de preparar información básica para establecer una clasificación geomecánica del macizo rocoso en torno a la explotación de un yacimiento mineralizado, El sistema de clasificación servirá al proyectista, en este caso al ingeniero de minas o a la persona especializada de la operación minera, para adquirir experiencia en el manejo de la información geomecánica del macizo rocoso, para el diseño y dominio de las operaciones mineras. A continuación mencionamos algunas de las aplicaciones del sistema de información geomecánica, especificamos en los siguientes aspectos:

3.6.1.- DISEÑO DE LABORES MINERAS

Estimación de la resistencia de la roca.
Determinar el modulo de deformación In-situ.

Estimar los esfuerzos máximos en las superficies (perfiles) de las excavaciones.

Estimar dimensiones de excavaciones autosoportadas.

Evaluar efectos de la construcción de excavaciones subterráneas (Perforación y Voladura).

Evaluar la inestabilidad por efectos de las características estructurales subterráneas y superficiales.

Diseño de galería, túneles, piques, chimeneas y excavaciones subterráneas en general.

Diseño de rampas, bermas, bancos y labores mineras superficiales en general.

3.6.2.- METODO DE EXPLOTACIÓN

Selección y diseño del método de explotación.

Dimensión de los bloques de explotación.

Dimensión de los polígonos de explotación.

Selección del tamaño del equipo minero.

Dimensiones de las operaciones unitarias mineras.

Planeamiento de la producción: esquemas y secuencias de explotación.

Estabilidad de taludes.

3.6.3.- PERFORACION Y VOLADURA

Velocidad de penetración de perforación.

Selección de explosivos.

Selección del equipo de perforación.

Optimizar la fragmentación de roca y mineral.

Determinar las velocidades de las ondas sísmicas, entre diferentes tipos de roca.

Determinar el consumo de barrenos, broca, etc.

Diseño de voladura en masa.

Diseño de voladura controlada (Smooth Blasting).

3.6.4.- SOSTENIMIENTO

Diseño de refuerzos a partir de la calidad del macizo rocoso.

Requerimiento de sostenimiento.

Selección de elementos de refuerzo y soporte en excavaciones subterráneas.

Evaluación y análisis de estabilidad en labores mineras.

3.6.5.- RELLENO Y DRENAJE

Selección del tipo de sistema de relleno para el restablecimiento del equilibrio del macizo rocoso.

Requerimiento de la resistencia de relleno.

Establecer las secuencia y ritmo del relleno.

Evaluación hidrológica y diseño del drenaje en una operación minera.

3.6.6.- CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Conservación de la ecología en torno a las áreas de explotación.
Selección y ubicación de las canchas de relave y/ú otros sistemas de disposición de residuos mineros.
Planificación minera.
Construcción de carreteras, instalaciones, campamentos, cimentaciones, etc.
Producción y aprovechamiento de agua de mina.
Predicción e inestabilidad de taludes y/o riesgos naturales.
Remediación de zonas reclamadas.

3.6.7.- PRODUCTIVIDAD Y LOSS CONTROL

Protección del trabajador y/o equipo minero.
Prevenir riesgos físicos y /o accidentes de trabajo.
Asegurar y mejorar condiciones de trabajo para el trabajador minero.
Asegurar operaciones con mayor productividad.
Trabajos mecanizados, uso de equipos en todas las operaciones de minado.

3.6.8.- ECONOMIA Y GESTION

Asegura una explotación racional del yacimiento.
Desarrollo y avance tecnológico:
Aplicación y utilización de nuevas tecnologías.
Provee una inversión anticipada y necesaria.
Disponer de un banco de datos.
Formulación, evaluación y control de proyectos.
Manejo y control de las operaciones mineras.
Diseño de inversión planificada.
Definición de criterios técnicos – económicos adecuados.