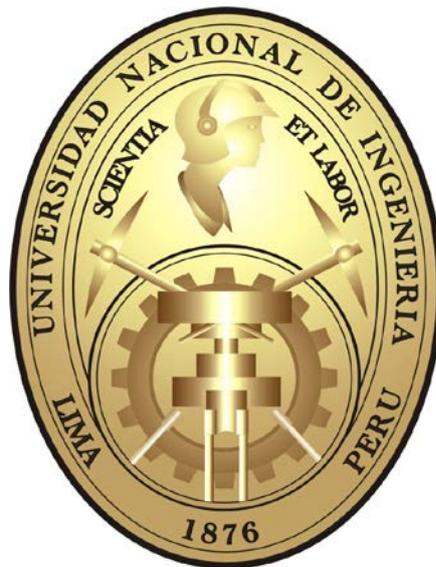


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y
METALURGIA**



**TECNICA DE
SUPERVISION EN
SEGURIDAD MINERA**

**INFORME DE INGENIERIA
PARA OBTAR EL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO DE MINAS**

ELABORADO POR:

CESAR AUGUSTO CUYA HUAPAYA

DEDICADO

A mi Señora Madre Carmen por su perseverancia.
A mi Esposa Martha por el amor que nos tenemos.
Y mis amados Hijos: Julio, Fiorella, Ayrton y Israel.

INDICE

INTRODUCCION.....	04
I. ORGANIGRAMA DEL DESARROLLO DEL METODO.....	05
II. CONOCIMIENTO PREVIOS PARA LA EJECUCION DEL METODO.....	07
1. CONOCIMIENTO DE LA ROCA.....	07
2. DEFINICION DE SOPORTE.....	14
3. MAPEO GEOMECANICO.....	25
III. DESARROLLO DEL METODO.....	26
1. CHECK LIST DIARIO DE OPERACIÓN MINA.....	26
2. REPORTE DIARIO GEOMECANICO.....	30
3. PLANO GEOMECANICO.....	33
IV. EVALUACION DEL METODO.....	36
1. PRE AUDITORIAS GEOMECANICA.....	36
2. AUDITORIAS GEOMECANICA.....	39
V. BIBLIOGRAFIA.....	42

INTRODUCCION

La tendencia de los profesionales al egresar de la Universidad e iniciar en la supervisión la cual asume a su responsabilidad, produciendo mineral y la seguridad de sus trabajadores; en tomar decisiones, priorizando las ordenes de acuerdo a su criterio la cual define en ese momento, conjuntamente con los planes definidos en el planeamiento que tiene a su cargo. Por lo general, son absorbidos por la operación y dejan a un lado la seguridad.

Aquí le presento un método, que servirá para ordenar todos los conceptos mineros en forma secuencial a la prioridades que requiere la labor supervisada.

Durante mis 15 años de profesión recorrida, el método que le voy a presentar es la mejor que he podido trabajar, no deja escapar detalles de la operación.

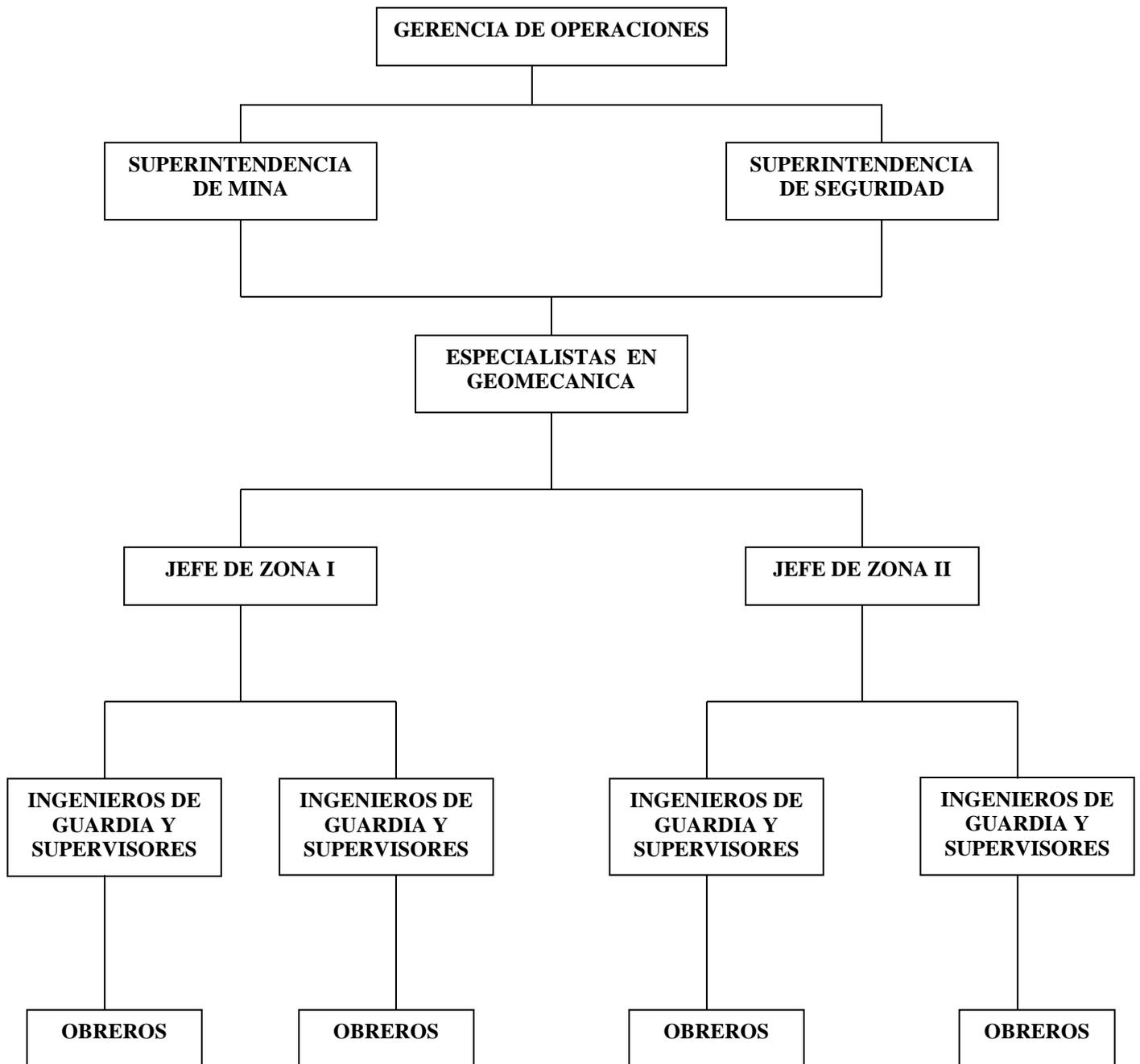
El profesional aprende observando, escuchando, recopilando los conceptos, aptitudes, criterios para resolver un problema de otros colegas mayores en experiencias y sus propias experiencias y continúa alimentando su conocimiento y lo aplica de acuerdo a las necesidades al momento de evaluar una labor.

Lo que los voy a presentar es todo esto conceptos aprendidos pero de una manera ordenada, con mejor técnica y documentación.

Creo entrever que al aplicar este método el Profesional Minero cumple con su producción y me atrevería a asegurar que se podrían llegar cero accidentes, que es el Anhelos de todos los que vivimos de este negocio minero.

I ORGANIGRAMA DE RESPONSABILIDADES DEL METODO

El grafico indica el organigrama de cargos y responsabilidades secuencial a donde se debe reportar cada elemento del sistema.



1. LA GERENCIA DE OPERACIONES Y LOS SUPERINTENDENTES

De los resultados obtenidos en las auditorias realizadas por los especialistas geomecánicos evalúan las debilidades de las zonas proponen alternativas para sus mejoras y emiten las diferencias en las diferentes zonas.

2. ESPECIALISTAS EN GEOMECANICA

Los especialistas de geomecánica auditan la ejecución del método reportando sus resultados a las superintendencias y gerencia de operaciones.

Los especialistas no interfieren en las decisiones de la operación propiamente dicha, ellos supervisan la ejecución del método geomecánico.

3. JEFES DE ZONA

Supervisan, auditan a los ingenieros de guardia y supervisores mediante las pre auditorias, su función es corregir evaluando sus labores, enseñando practicando directamente en la labor, se reporta a la superintendencia de mina.

4. JEFES DE GUARDIA

Son los que ejecutan directamente el método, encargados en que se cumpla mediante la formación en conocimiento de los obreros.

Capacitación permanente de los obreros, verificación diaria de las labores.

II CONOCIMIENTO PREVIOS PARA LA EJECUCION DEL METODO

Se desarrollara de los conocimientos elementales en la teoría geomecánica, para la aplicación del método.

- Los profesionales y supervisores deben ser capacitados por una institución de prestigio y/o.
- Profesionales especializados en geomecánica.

1. CONOCIMIENTO DE LA ROCA

Geomecánica en el control del desprendimiento de rocas en las labores mineras

⇒ **DESCRIPCION DEL MACISO ROCOSO**

- Cada unidad minera tiene diferentes tipos de rocas que a su vez están diferentes condiciones, ya que cada yacimiento ha tenido su propia formación y evolución hasta llegar a la situación actual en que explotamos.
- Las características o parámetros más significativos de su comportamiento son las condiciones de fracturamiento y las condiciones de resistencia.
- Las condiciones de fracturamiento se miden utilizando un flexo metro o una cinta métrica y se determina midiendo a lo largo de un metro, cuantas fracturas se presentan en la roca, para observarse mejor la pared rocosa de la labor debe estar bien lavada.
- No se considera las fracturas por disparo, ni las fracturas pequeñas, menores de 1.0 m de longitud.

⇒ **CLASIFICACION POR FRACTURAS**

De acuerdo al número de fracturas por metro lineal las rocas se clasifican en:

- Masiva (menor de 2 fracturas/ metro)
- Levemente fracturada (2 a 5 fracturas/ metro)
- Moderadamente fracturada (6 a 12 fracturas/ metro)
- Muy fracturada (12 a 20 fracturas/ metro)
- Intensamente fracturada (mas de 20 fracturas/ metro)
- Triturada (solamente se obtienen fragmentos)

⇒ **DESPRENDIMIENTO POR NUMERO DE FRACTURAS**

- Si la roca esta masiva, menos de una fractura/metro, el porcentaje de ocurrencia de desprendimiento será 0%
- Si la roca esta levemente fracturada de una a dos fracturas/metro, el porcentaje de ocurrencia de caídas de roca 0% a 20%
- Si la roca esta moderadamente fracturada de dos a seis fracturas/metro, el porcentaje de ocurrencia de desprendimiento será entre 20% a 40%
- Si la roca esta muy fracturada de seis a doce fracturas/metro, el porcentaje de ocurrencia de desprendimiento será entre 40% a 70%
- Si la roca esta intensamente fracturada de doce a veinte fracturas/metro, el porcentaje de ocurrencia de caída de rocas estará entre 70% a 100%
- Si la roca esta triturada, el porcentaje de ocurrencia de caída será de 100%

⇒ **DESPRENDIMIENTO POR CONDICIONES DE FRACTURAS**

- Si la roca tiene fracturas cerradas y rugosas, el porcentaje de ocurrencia de caídas será de 0% a 20%
- Si la roca tiene fracturas levemente abiertas y rugosas con oxidación, el porcentaje de desprendimiento será de 20% a 40%
- Si la roca tiene fracturas abiertas, lisas y con oxidación el porcentaje de ocurrencia de caídas será de 40% a 60%
- Si la roca tiene fracturas abiertas, con superficies liza y rellenas con panizo, el porcentaje de ocurrencia de caídas será de 60% a 80%
- Si la roca tiene fracturas muy abiertas, con superficie estriada y rellena con panizo, el porcentaje de ocurrencia de desprendimiento será de 80% a 100%

⇒ **CLASIFICACION A LA RESISTENCIA**

Consideran dos aspectos:

1. LA RESISTENCIA A ROMPERSE o INDENTARSE CON LA PICOTA

Se clasifican en:

- Muy buena o extremadamente dura = solo se astilla con golpes de picota.
- Buena o muy dura = se rompe con mas de tres golpes
- Regular o dura = se rompe con uno a tres golpes de picota.
- Pobre o blanda = se indenta superficialmente con la punta de la picota.
- Muy pobre o muy blanda = se indenta profundamente con la punta de la picota.

2. LAS CONDICIONES DE LAS PAREDES DE LAS FRACTURAS (Si están abiertas, si son rugosas, lisas, o estriadas, si tienen o no relleno de panizo)

Se clasifican en:

- Muy buena = si esta cerrada, es rugosa y fresca.
- Buena = si esta levemente abierta, moderadamente rugosa y tiene oxidación.
- Regular = Si esta moderadamente abierta, es lisa y presenta oxidación.
- Pobre = Si esta moderadamente abierta, lisa y presenta relleno de limo o panizo.
- Muy pobre = Si esta muy abierta (mayor de 10.0 cm.) esta estriada y rellena de panizo.

⇒ **DESPRENDIMIENTO POR CONDICIONES DE RESISTENCIA**

- Si la roca solo se astilla cuando la golpeo una picota muchas veces, el porcentaje de ocurrencia de caída de rocas será de 0% a 20%
- Si la roca se rompe con mas de tres golpes de picota, el porcentaje de ocurrencia de desprendimiento será de 20% a 40%
- Si la roca se rompe con uno a tres golpes de picota, el porcentaje de ocurrencia de desprendimiento será de 40% a 60%
- Si la roca se indenta superficialmente con la punta de la picota, el porcentaje de ocurrencia de caída será de 60% a 80%
- Si la roca se indenta profundamente con la punta de la picota, el porcentaje de ocurrencia de caída será de 80% a 100%

⇒ **INFLUENCIA DE AGUA SUBTERRANEA**

- En las rocas masivas o levemente fracturadas, la presencia del agua no tiene influencia significativa.
- En la roca fracturada o estratificada, la influencia del agua en las fisuras es un aspecto importante a considerar. Cuando en las fisuras hay presencia de agua, esta ejerce presión y actúa como lubricante, además puede lavar el relleno débil de las fracturas, complicando la situación de la excavación.
- En las rocas severamente fracturadas, la presencia del agua origina que tiendan a aflorarse con mas facilidad. En ambientes de altos esfuerzos de afloramientos de la roca será más rápido.
- La observación de cambios en la humedad en el techo y paredes de la excavación ayuda en el reconocimiento de posibles fallas de la roca, como resultado de las variaciones de los esfuerzos. Si el agua empieza a filtrarse a través de la roca dentro de un área que es normalmente seca, esto es un signo de que la roca esta pasando por cambios de esfuerzos, estos cambios harán que las fracturas se abran o se extiendan, empezando a manifestarse la humedad.
- Similarmente, si un área normalmente con presencia de agua empieza a secarse, esto también deberá tomarse como una indicación de que la roca esta ganando esfuerzos.
- La presencia del agua en las fallas geológicas y zonas de corte influyen significativamente en la estabilidad de la masa rocosa de una excavación. La presencia del agua en la roca intemperizada y débil de estos rasgos geológicos, puede acelerar el afloramiento y puede actuar como lubricante para producir deslizamientos. En ambientes de altos esfuerzos la situación de la estabilidad de la masa rocosa se complica.
- Finalmente en las rocas expansivas el agua es el detonador del hinchamiento de las mismas, con la consecuente generación de altas presiones y deformaciones que pueden llevarlas a la falla o dañar los sistemas de sostenimiento.
- Agua asociada al relleno hidráulico, causa los afectos que se han considerado en los párrafos anteriores debido al agua infiltrada, por lo tanto, si no se controla adecuadamente este relleno, podría debilitar las cajas.

⇒ INFLUENCIAS DE LOS ESFUERZOS

- Toda la masa subterránea, así como, su estructura y materiales son afectados por los esfuerzos, conforme avanza con el minado se origina la concentración de esfuerzos en las labores causando desprendimientos y descostramientos en los frentes, en las paredes, cajas laterales y la caja techo, estos esfuerzos van apareciendo gradualmente y de no ser detectados y controlados pueden acelerarse rápidamente hasta alcanzar proporciones catastróficos.
- Los efectos de los esfuerzos en las excavaciones se incrementan con la profundidad, con la cercanía a estructuras geológicas como fallas o ejes de plegamientos y con la cercanía a otras labores, que hace fallar a puentes o pilares.
- Cuando una roca esta fallando, genera un ruido, cuando el ruido de la roca es escuchado en una área de la mina que es normalmente silenciosa, el área debe ser rastreada, algunas excavaciones son muy ruidosas porque la roca esta continuamente relajándose, también es importante considerar cuando estas áreas se convierten en áreas silenciosas, porque esta condición implicaría un potencial callamiento de la roca
- A medida que las aberturas del minado se van acercando se presentan mayores concentraciones de esfuerzos en los puentes o pilares que los paran, cuando estos esfuerzos superan la resistencia de la masa rocosa se presenta el desprendimiento violento de la roca.
- Otra observación de la concentración de esfuerzos son los cambios en la humedad en las paredes y en el techo, si el agua empieza a filtrarse a través de la roca dentro de un área que es normalmente seca, es un signo de que la roca esta pasando por cambios de esfuerzos (relajamiento). Similarmente si un área normalmente húmeda empieza a secarse, también puede ser una indicación de que la roca esta siendo presionada.

⇒ ORIENTACION DE LA ROCA

- Si una excavación avanza paralela a fallas principales y zonas de corte, o un sistema de discontinuidades, o al rumbo de los estratos, el desprendimiento de la roca puede ocurrir, bien naturalmente o bien por el proceso de minado.
- El fallamiento de la excavación es una constante preocupación, particularmente, si la excavación avanza cerca de la falla geológica, la situación se hace aun mas, seria porque los esfuerzos convergen y se concentran en el área confinada entre la falla geológica y la excavación.
- Si los esfuerzos de presión son mas grandes que los esfuerzos de la roca entonces va a ocurrir una repentina y espectacular falla de la roca
- Lo ideal para tener condiciones de estabilidad favorables de la masa rocosa de una excavación es que esta avance en forma perpendicular, es decir cruzando, al sistema principal de diaclasas, o al rumbo de los estratos, fallas principales y zonas de corte.

⇒ TAMANO DE EXCAVACION

- En general el crecimiento del tamaño de una excavación genera un peligro potencial, si es que no se adoptan medidas de control de la estabilidad de la masa rocosa. Cuando el tamaño de la excavación crece, los techos, paredes o cajas están expuestos a mayores rasgos estructurales de la masa rocosa, luego, los bloques y cuñas que se auto sostenían cuando la excavación era aun pequeña, ahora tienen menos autosostenimiento, lo cual representa un peligro potencial.
- En las rocas fracturadas en donde las familias de las diaclasas u otras discontinuidades forman bloques rocosos de tamaño mediano a grande, estos tienden a presionarse uno contra otro en el contorno de la excavación, logrando auto sostenerse, especialmente en excavaciones de tamaño pequeño. Sin embargo, cuando las dimensiones de la excavación crecen, hay siempre la posibilidad de que la roca pueda deslizarse o caerse.
- En masas rocosas de estratificaciones horizontales plana, el agrandamiento de la excavación afectara la estabilidad de la misma, debido a la capacidad de autosostenimiento de los estratos y debido también a los esfuerzos. Si el tamaño de la excavación permite que las capas rocosas se muevan unas en relación a otras, entonces la falla de la excavación puede ocurrir.
- Si tenemos cuñas biplanares en el techo donde se esta desarrollando la excavación y esta se ensancha la cuña ira creciendo para llegar inevitablemente al colapso, debido al incremento de su peso. La misma conclusión se puede establecer para las cuñas tetrahedrales.

2. DEFINICION DE SOPORTE

El cálculo y diseño del sostenimiento de labores subterráneas se puede efectuar por algunos de los siguientes métodos:

- a) Analítico
- b) Numérico
- c) Observacionales
- d) Empíricos.

a) METODO ANALITICO

Se basan en el comportamiento elastoplastico de la roca, existiendo una correspondencia entre las presiones internas y la deformación radial de la excavación, siendo el sostenimiento seleccionado capaz de resistir la presión interna.

b) METODO NUMERICO

Parte de la discretización del macizo rocoso mediante elementos finitos, modelando los procesos de deformación que afecten el terreno a consecuencia de la excavación y determinando el sostenimiento que pueden controlarlo.

c) METODO OBSERVACIONALES

Se basa en la medición de tensiones y convergencias en las excavaciones, cuyos resultados son aplicados en los métodos analíticos o numéricos para el calculo del sostenimiento.

d) METODO EMPIRICO

(El Método Que Vamos a Estudiar)

Son métodos aproximados para el diseño del sostenimiento basados en las clasificaciones geomecánicas (Índice “Q”, “RMR” y “GSI”), además de considerar los factores que influyen en su estabilidad (orientación de fracturas, presencia de agua, tensiones, aberturas, uso de labores, voladuras y otros).

Las clasificaciones están basadas a su vez en las condiciones que presenta el macizo rocoso al momento de su excavación que pueden ser descritas y cuantificadas en forma rápida y sencilla. Se relacionan entre si mediante las siguientes funciones:

$$GSI = RMR (89)_{seco} - 5$$

$$RMR = 44 + \ln(Q)$$

La clasificación GSI esta basado principalmente en la identificación de los parámetros de estructuras (fracturamiento) y condiciones (Resistencia de la masa rocosa).

La tabla de clasificación cualitativa y cuantitativa del GSI se da a continuación, en la cual se pueden identificar tres tipos de roca que se han definido en base a las observaciones en una labor.

Clasificados por colores:

COLOR AMARILLO

Roca moderadamente fracturada (8 Frac/m) y buena (fracturas cerradas frescas y se rompe con varios golpes de picota) (F/B), su valoración esta entre 65 y 75, valor del RMR seria de 70 – 80 en condiciones secas.

COLOR AZUL

Roca muy fracturada (15 Frac/m) y regular (fractura ligeramente abiertas, moderadamente fracturadas y se rompe con 1 a 3 golpes de picota) (MF/R), su valoración esta entre 45 a 55, valor de RMR seria de 50 – 60 en condiciones secas.

COLOR ROJO

Roca intensamente fracturada (25 Frac/m) y pobre (fracturas ligeramente abiertas, con relleno arcilloso y se indenta superficialmente la picota (IFP), su valoración esta entre 25 y 35, valor de RMR seria de 30 – 40 en condiciones secas.

⇒ **TABLA PARA EL DISEÑO DE SOSTENIMIENTO EN LABORES MINERAS SUBTERRANEAS**

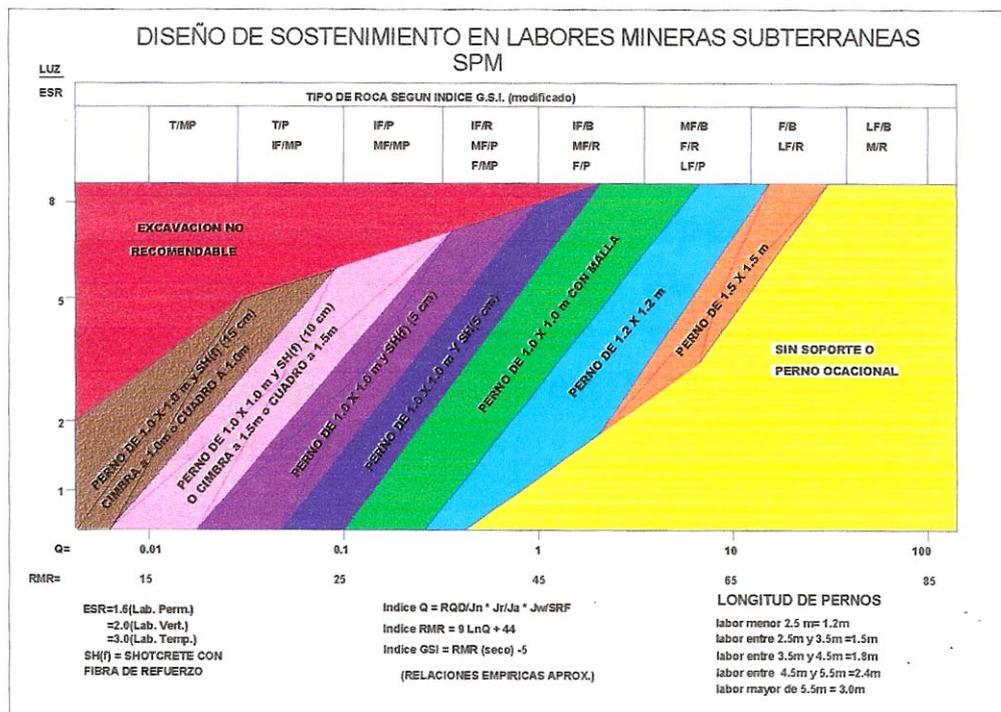
Considera los tres índices de clasificación geomecánica, su dimensión equivalente que es el resultado de dividir, el ancho o altura de la labor entre una constante cuyo valor depende del uso de la labor y se determina E.S.R.

En esta tabla E.S.R.

- En labores permanentes (rampas, cruceros, galerías) es 1.6
- En labores verticales (chimeneas, piques, echaderos de mineral y desmonte) es de 2.0
- En labores de extracción (tejeos de corte y relleno, cámaras y pilares) es de 3.0

Así mismo se incluye la longitud de pernos a ser tomada en cuenta de acuerdo a las dimensiones de la labor.

La tabla se basa en diseño de sostenimiento de túneles según el método Noruego (NMT) y las experiencias obtenidas en las minas subterráneas del Perú, incluyéndose además el uso de la madera, la aplicación de la misma sirve de base para la elaboración de las tablas de sostenimiento de cada unidad minera, dependiendo de las condiciones geomecánicas y de minado de dicha unidad.



Una vez definido el soporte en base a la tabla mostrada, según su clasificación geomecánica y dimensión equivalente, se requiere de inmediato conocer el tiempo oportuno de su colocación, de manera que se pueda evitar el aflojamiento progresivo del macizo rocoso excavado y su desprendimiento posterior.

La tabla siguiente a mostrada a continuación corresponde a los tiempos de auto soporte, propuesta por Bieniaski (1979), se obtiene estos tiempos de acuerdo al intervalo de valores que tiene cada clasificación geomecánica, determinándose un tiempo mínimo y máximo en el cual se deberá colocar el soporte.

El tiempo promedio para cada tipo de roca, según la abertura, podrá definirse en forma especificada en cada unidad minera, de acuerdo a la experiencia obtenida, capacidad instalada para colocar soporte y su logística, entre el tiempo promedio debe estar dentro del intervalo considerado en la tabla de tiempos de auto soporte.

En los casos de que un mismo tipo de clasificación geomecánica, presente dos alternativas de soporte, se podrá considerar un menor tiempo para el menor soporte y un mayor tiempo para el mayor soporte, dentro del intervalo de tiempo mencionado.

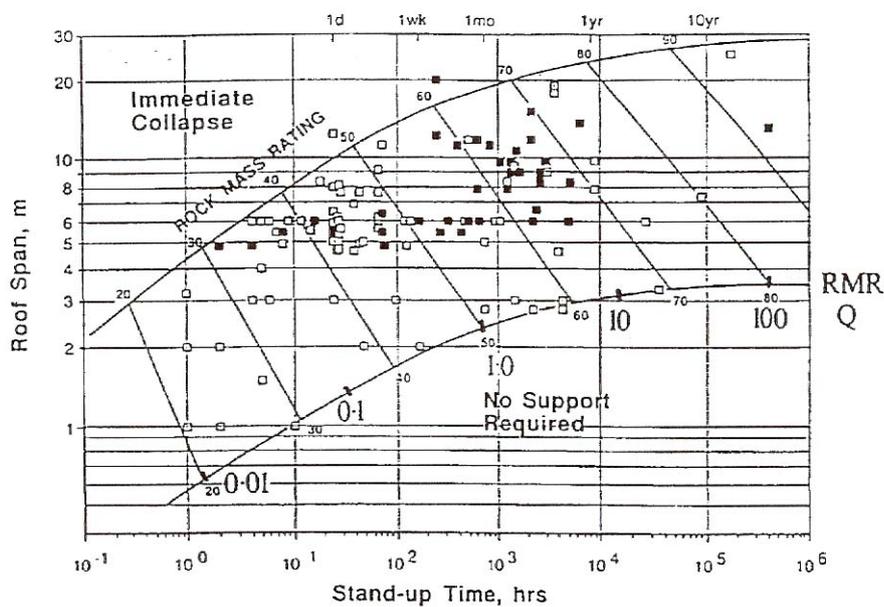


Tabla de tiempo de auto soporte en función de la abertura de la labor y clasificación geomecánica según índice Q y RMR

⇒ **FACTORES INFLUYENTES**

Los factores influyentes como la presencia de agua, la orientación de las discontinuidades, tensiones o esfuerzos (tectónicos, litostáticos u otros), voladura, cercanías de labores o zonas no soportadas adecuadamente (tipo y tiempo), se deberán tomar en cuenta en la metodología de aplicación de la tabla de sostenimiento para realizar las correcciones y ajustes en el tipo de soporte y tiempo de colocación.

⇒ **CRITERIOS PARA AJUSTES POR FACTORES INFLUYENTES**

La aplicación directa de la clasificación GSI en las labores toma únicamente en cuenta la condición del macizo rocoso, condición que es afectada por los factores indicados a continuación:

- Presencia de agua (cantidad y calidad)
- Presencia de orientaciones desfavorables de discontinuidades.
- Presencia de esfuerzos (profundidad de labor, cercanas a fallas, diques o ejes de pliegues, zonas de relajamiento superficial y cercanía de labores, puentes, pilares).
- Operaciones deficientes (voladura, distribución incorrecta de taladros, colocación tardía de soporte, colocación incorrecta de soporte)
- Efecto del tiempo.

a) **Presencia de agua**

Se corrige relacionando el valor cuantitativo del GSI con el valor de RMR mediante la ecuación:

$$GSI = RMR(\text{seco}) - 5$$

- Si se presentara humedad se disminuye en 4 unidades
- Si se presenta goteo se disminuye en 10 unidades
- Si se presenta flujos o filtraciones intensas se disminuye en 15 unidades

Se recomienda como promedio disminuir en 10 unidades, el valor del RMR ante la presencia de agua.

Debe tomarse en cuenta el efecto negativo del agua procedente del relleno hidráulico, el mismo que humedece las cajas y puentes, afectando las condiciones de la roca, este parámetro inicialmente no es considerado en un área no rellena y se coloca soporte en condiciones secas, el cual posteriormente resulta deficiente, al haber disminuido la calidad de la roca por efecto de esta agua incorporada, por lo tanto, se requiere proyectar el soporte para las condiciones finales, especialmente si existen rellenos de fracturas y falsas cajas fácilmente lixiviadas o disueltas por esta agua agregada al sistema.

Como medida preventiva se requieren campañas de impermeabilización y control de drenaje interno de la mina principalmente, en áreas críticas

b) Orientaciones de esfuerzos

- En zonas con ocurrencias de eventos que indiquen liberación de esfuerzos aparición o desaparición de filtraciones o goteo, ocurrencia de lajamiento o descascamiento de techo y paredes, ocurrencia de estallidos de roca o ruidos, los soportes colocados (shotcrete y cimbras) se reforzaran, si se han colocado cimbras y estas son de 4" de ancho (10cm) se colocara cimbras de 6" 15 cm. o las de 4" espaciadas cada metro.
- En el caso de deformación de shotcrete, se colocaran de inmediato las cimbras espaciadas cada 1.0 m
- En labores que tendrán en el futuro aberturas cercanas, que originaran esfuerzos por redistribución de tensiones en paredes y techos se deberá prevenir colocando de antemano el sostenimiento siguiente, especialmente antes de iniciar las aberturas cercanas (tajeos y otros)
- Debe proyectarse en todas en todas las labores en proceso de excavación o a excavarse, las fallas o estructuras identificadas con los mapeos geológicos que las intercepten para determinar los tramos de aumento de esfuerzos por estas causas.

c) Orientación desfavorable de discontinuidades

- Las discontinuidades desfavorables (estratos, fracturas, foliación, fallas, contactos litológicos) por su orientación se presentan cuando su rumbo paralelo o subparalelo a la dirección de las labores y tienen una inclinación o buzamiento vertical o subvertical.

- Esta condición origina desprendimiento en el techo debido a lo difícil de ser asegurados con pernos, los cuales se deben colocar con ángulo de 60° hacia la izquierda y 60° hacia la derecha en forma intercalada, o colocar una capa de shotcrete de 5 a 10 cm. en lugar de los pernos.
- En las paredes se presenta pandeo y lajamiento especialmente cuando el espaciamiento de estas fracturas es menos de 20 cm., por lo tanto, debe colocarse pernos perpendiculares a las paredes, inclusive en zonas que no requieren soporte.
- Otra condición desfavorable por orientación se presenta cuando las discontinuidades se encuentran horizontales o subhorizontales y ocurre una deflexión en el techo al espesor de la capa y al ancho de la labor causara un desprendimiento; se sostiene con pernos cuya longitud dependerá de los parámetros mencionados anteriormente.

⇒ **OPERACIONES DEFICIENTES**

- El principal problema de inestabilidad en la roca se origina por la voladura y una distribución de los taladros muy deficiente (excesiva carga especialmente en taladros de contorno y excesivo espaciamiento entre estos taladros), una verificación insitu, se efectúa mediante el análisis de los restos de caña de taladros que se observan en el techo y paredes.
- Con una distribución de taladros de contorno menor o igual a 0.50 m, con voladura controlada utilizando precorte o recorte y una buena distribución de los retardos del arranque se pueden evitar vibraciones que causan micro fracturamientos y daños en las paredes y techo incluyendo sobre excavaciones.
- En rocas competente (LF/MB, LF/B, LF/R, F/MP, F/R y MF/MB) los restos de caña deberían ser mayor del 70%
- En rocas regulares (LF/P, F/P, MF/R) los restos varían entre 30 y 70 %
- En rocas malas (MF/P, IF/B, IF/R) los restos son menores de 30%, solo en rocas muy malas no se obtienen restos.
- La colocación a destiempo del soporte recomendado, así como, la mala y deficiente colocación del soporte origina que la roca continúe con su deterioro, hasta el desprendimiento, en los tramos de las labores que se presentan estos casos se debe proceder al retiro del soporte inadecuado o deterioro y colocar un nuevo soporte reforzado.

⇒ SE DEFINEN ÚNICAMENTE SIETE TIPOS DE SOPORTE ASOCIADOS CON LA CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA Y COLOCADOS EN EL TIEMPO INDICADO DE LA SIGUIENTE MANERA:

A = Sin soporte = LF/MP, LF/B, f/MB tiempo de colocación = 1 a 5 años

B = Pernos sistemáticos = LF/R, F/B, MF/MB, espaciados de 1.5x1.5 m tiempo de colocación 1 a 2 meses

C = Pernos sistemáticos = LF/P, F/R, MF/B, espaciados 1.0x1.0 m, tiempo de colocación = 1 a 2 semanas

D = Pernos sistemáticos = F/P, MF/R, IF/B, espaciados a 1.0x1.0 m. shotcrete sin fibra de 0.05m o malla tiempo de colocación = 1 a 3 días

E = Pernos sistemáticos = IF/R, MF/P, F/MP, espaciados a 1.0x 1.0 m, shotcrete con fibra de 0.05m tiempo de colocación de = 12 a 24 horas.

F = Pernos sistemáticos = IF/P, MF/MP, espaciados 1.0x1.0 m y shotcrete con fibra de 0.10m, tiempo de colocación = 6 A 12 horas

G = Cimbras o cuadros = IF/MP, espaciados a 1.0 m, con shotcrete o guarda cabezas tiempo de colocación = inmediato o con soporte.

❖ Rocas en zonas de fallas T/P y T/MP deben evitarse en las excavaciones

⇒ **CORRECCIONES POR FACTORES INFLUYENTES**

La presencia de agua, orientaciones desfavorables de las discontinuidades, ocurrencias de esfuerzos (encampane mayor de 800 m, labores cercanas o presencia y cercanía a fallas) y demoras en la colocación de soporte que afecten a un determinado tipo de roca en una labor, originara que el soporte asignado por su condición al momento de la excavación requiera ser reforzado, para lo cual se deberá colocar el siguiente soporte, tanto en elementos de soporte como en tiempo de colocación , debiendo considerarse una sola corrección.

⇒ **MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL**

- La primera medida preventiva es el uso voladura controlada en especial en las bóvedas, para lo cual, se deberá disminuir el espaciamiento de los taladros a 0.5m y distribuir mejor la carga, así mismo, evitar concentraciones de vibraciones que originen micro fracturas en paredes, techo y frente de la labor.
- Ejecución de mapeo geomecánico de inmediato y colocación del soporte de acuerdo al tipo y tiempo recomendado en la tabla.
- Efectuar periódicamente ensayos de arranque en los pernos colocados, limpieza y reparación de mallas rellenas con fragmentos, reemplazar los pernos mal colocados o sueltos y los tramos con shotcrete deteriorado.
- Capacitación permanente del personal de operaciones (Jefes de guardia, Capataces, perforistas y ayudantes) en la aplicación de la tabla y colocación de sostenimiento.
- Compromiso de la Gerencia General y de operaciones con la aplicación correcta y oportuna de esta actividad.

CONDICIONES		REGIÓN A (MUY RESISTENTE - FRESCA)	REGIÓN B (RESISTENTE - LEVEMENTE ALTERADA)	REGIÓN C (MUY RESISTENTE - LEVEMENTE ALTERADA)	REGIÓN D (MUY PAREDE - BILABADA - MUY ALTERADA)
COMPANIA MINERA HUARON S.A. SOSTENIMIENTO SEGUN G.S.1. (modificado) LABORES MINERAS DE DESARROLLO (2.5.3.5) LABORES DE EXPLOTACION (2.5.4.5)					
A	SIN SOPORTE - PERNO OCASIONAL TIEMPO DE COLOCACION 5 MESES				
B	PERNO SISTEMATICO 1.50 x 1.50 m. (Malla o cinta ocasional) TIEMPO DE COLOCACION 1 MES				
C	PERNO SISTEMATICO 1.2 x 1.2 m. (Malla o cinta ocasional) TIEMPO DE COLOCACION 15 DIAS				
D	PERNO SISTEMATICO 1.0 x 1.0 m. y Malla o Shotcrete con fibra (5 cm) TIEMPO DE COLOCACION 9 DIAS				
E	PERNO SISTEMATICO 1.0 x 1.0 m. y Shotcrete 10.0 cm. con fibra. TIEMPO DE COLOCACION 1 DIA				
F	CIMBRAS METALICAS O CUADROS DE MADERA ESPACIADOS CADA METRO TIEMPO DE COLOCACION INMEDIATO				
ESTRUCTURA					
	LEVEMENTE FRACTURADO TRES O MENOS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES MUY ESPACIADAS ENTRE SI (RQD 75-90) (2 A 6 FRACTURAS POR METRO)	(A)	(A)	(A)	
	MODERADAMENTE FRACTURADO MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES (RQD 50 - 75) (6 A 12 FRACTURAS POR METRO)	(A)	(A)	(A)	(C)
	MUY FRACTURADO MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES (RQD 25-50) (12 A 20 FRACTURAS POR METRO)	(A)	(A)	(C)	(D)
	INTENSAMENTE FRACTURADO PLEGAMIENTO Y FALLO CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES (RQD 0 - 25) (MAS DE 20 FRACTURAS POR METRO)		(B)	(D)	(E)

Metodología de aplicación

El desprendimiento de roca se evita colocando el soporte adecuado en el momento oportuno

Aplicación sin factores influyentes;

- Para la aplicación de esta tabla se determina in situ una vez lavadas las paredes y el techo de la labor a mapear, la cantidad de fracturas por metro lineal utilizando un flexómetro (parámetros de estructuras y la resistencia de la roca definida por la cantidad de golpes de picota con las que se rompe o se indenta la roca, o la condición de las fracturas (abertura, relleno y alteración) (parámetros de condiciones).
- Cada recuadro de calidad de roca presenta algunas subdivisiones aplicándose el sostenimiento designado en el recuadro superior cuando no se presentan factores influyentes, los mismos que son descritos en el párrafo siguiente.

Correcciones por factores influyentes

- La presencia de agua, orientaciones desfavorables de las discontinuidades, ocurrencia de esfuerzos (encampana mayor de 800m, labores cercanas o presencia y cercanía a fallas) y demoras en la colocación de soporte que afecten a un determinado tipo de roca en una labor, originará que el soporte asignado por su condición al momento de la excavación requiera ser reforzado, para lo cual se deberá colocar el siguiente soporte, tanto en elementos de soporte como en tiempos de colocación, debiendo considerarse una sola corrección.
- Ejemplo.- Rampa de 4.0x4.0m muy fracturada regular (MFR), el soporte sin factores influyentes corresponderá a pernos de 1.0x1.0m, con malla de refuerzo o shotcrete sin fibra de 0.05m (soporte tipo C) y el tiempo de colocación a 5 días. Con presencia de agua, orientación desfavorable de discontinuidades, aberturas cercanas o influencia de esfuerzos se deberá colocar soporte tipo D y su tiempo de colocación será de 1 día.

Medidas preventivas y de control

- La primera medida preventiva es el uso de "Voladura controlada" en especial en las bóvedas, para lo cual, se deberá disminuir el espaciamiento de taladros a 0.5m y distribuir mejor su carga, así mismo, evitar concentraciones de vibraciones que originen micro fracturas en paredes, techo y frente de la labor.
- Ejecución de mapeo geomecánico de inmediato y colocación del soporte de acuerdo al tipo y tiempo recomendado en la tabla.
- Revisar y cumplir en forma estricta con el manual de procedimientos de colocación de los diferentes elementos de soporte que se apliquen
- Efectuar periódicamente ensayos de arranque en los pernos colocados, limpieza y reparación de mallas rellenas con fragmentos, reemplazar los pernos mal colocados o sueltos y los tramos con shotcrete deteriorado.
- Capacitación permanente del personal de operaciones (Jefes de Guardia, Capataces, perforistas y ayudantes) en la aplicación de la tabla y colocación de sostenimiento.
- Compromiso de la Gerencia General y de operaciones con la aplicación correcta y oportuna de esta actividad.

Formas de colocación terminantemente prohibidas

- Iniciar la colocación de soporte sin haber desatado correctamente o asegurado el techo.
- Perforar para pernos y no colocarlos inmediatamente después de perforar el taladro
- Colocar pernos en las fracturas o muy inclinados o en zonas en que la picota se hunde profundamente, o en labores con anchos menores de 2.0 m
- Colocar el shotcrete sobre malla rellena de fragmentos de roca.
- Colocar shotcrete a una distancia mayor de 1.5 m con la superficie no limpiada con agua a presión (entre 3 y 5 bares).
- Colocar las cimbras sin apoyo en el piso, no verticales y sin asegurar previo techo asegurado, o varias cimbras a la vez.
- Reemplazar el uso de elementos de madera (cuadros, puntales, etc.), por soporte flexible, sin tener el conocimiento y la experiencia suficiente.

CONDICIONES		REGIÓN A (MUY RESISTENTE - FRESCA)	REGIÓN B (RESISTENTE - LEVEMENTE ALTERADA)	REGIÓN C (MUY RESISTENTE - LEVEMENTE ALTERADA)	REGIÓN D (MUY PAREDE - BILABADA - MUY ALTERADA)
COMPANIA MINERA HUARON S.A. SOSTENIMIENTO SEGUN G.S.1. (modificado) LABORES DE EXPLOTACION MAYORES DE 8.0 m.					
A	SIN SOPORTE - PERNO OCASIONAL TIEMPO DE COLOCACION 6 MESES				
B	PERNO SISTEMATICO 1.50 x 1.50 m. (Malla o cinta ocasional) TIEMPO DE COLOCACION 15 DIAS				
C	PERNO SISTEMATICO 1.0 x 1.0 m. y Malla o Shotcrete con fibra (5 cm) TIEMPO DE COLOCACION 9 DIAS				
D	PERNO SISTEMATICO 1.0 x 1.0 m. y Shotcrete 10.0 cm. con fibra. TIEMPO DE COLOCACION INMEDIATO				
E	PERNO SISTEMATICO 1.0 x 1.0 m. y Shotcrete 10.0 cm. con fibra. TIEMPO DE COLOCACION INMEDIATO				
NOTAS: LOS PERNOS DE ANCLAJE TENDRAN UNA LONGITUD MINIMA DE 3.0m SE APLICAN EN LA EXPLOTACION DE CUADROS O MANTOS MONOLITIZADOS					
ESTRUCTURA					
	LEVEMENTE FRACTURADO TRES O MENOS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES MUY ESPACIADAS ENTRE SI (RQD 75-90) (2 A 6 FRACTURAS POR METRO)	(A)	(A)	(B)	
	MODERADAMENTE FRACTURADO MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES (RQD 50 - 75) (6 A 12 FRACTURAS POR METRO)	(A)	(B)	(C)	(D)
	MUY FRACTURADO MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES (RQD 25-50) (12 A 20 FRACTURAS POR METRO)	(B)	(C)	(D)	(E)
	INTENSAMENTE FRACTURADO PLEGAMIENTO Y FALLO CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES (RQD 0 - 25) (MAS DE 20 FRACTURAS POR METRO)	(C)	(D)	(E)	

Metodología de aplicación

El desprendimiento de roca se evita colocando el soporte adecuado en el momento oportuno

Aplicación sin factores influyentes;

- Para la aplicación de esta tabla se determina in situ una vez lavadas las paredes y el techo de la labor a mapear, la cantidad de fracturas por metro lineal utilizando un flexómetro (parámetros de estructuras y la resistencia de la roca definida por la cantidad de golpes de picota con las que se rompe o se indenta la roca, o la condición de las fracturas (abertura, relleno y alteración) (parámetros de condiciones).
- Cada recuadro de calidad de roca presenta algunas subdivisiones aplicándose el sostenimiento designado en el recuadro superior cuando no se presentan factores influyentes, los mismos que son descritos en el párrafo siguiente.

Correcciones por factores influyentes

- La presencia de agua, orientaciones desfavorables de las discontinuidades, ocurrencia de esfuerzos (encampana mayor de 800m, labores cercanas o presencia y cercanía a fallas) y demoras en la colocación de soporte que afecten a un determinado tipo de roca en una labor, originará que el soporte asignado por su condición al momento de la excavación requiera ser reforzado, para lo cual se deberá colocar el siguiente soporte, tanto en elementos de soporte como en tiempos de colocación, debiendo considerarse una sola corrección.
- Ejemplo.- Rampa de 4.0x4.0m muy fracturada regular (MFR), el soporte sin factores influyentes corresponderá a pernos de 1.0x1.0m, con malla de refuerzo o shotcrete sin fibra de 0.05m (soporte tipo C) y el tiempo de colocación a 5 días. Con presencia de agua, orientación desfavorable de discontinuidades, aberturas cercanas o influencia de esfuerzos se deberá colocar soporte tipo D y su tiempo de colocación será de 1 día.

Medidas preventivas y de control

- La primera medida preventiva es el uso de "Voladura controlada" en especial en las bóvedas, para lo cual, se deberá disminuir el espaciamiento de taladros a 0.5m y distribuir mejor su carga, así mismo, evitar concentraciones de vibraciones que originen micro fracturas en paredes, techo y frente de la labor.
- Ejecución de mapeo geomecánico de inmediato y colocación del soporte de acuerdo al tipo y tiempo recomendado en la tabla.
- Revisar y cumplir en forma estricta con el manual de procedimientos de colocación de los diferentes elementos de soporte que se apliquen
- Efectuar periódicamente ensayos de arranque en los pernos colocados, limpieza y reparación de mallas rellenas con fragmentos, reemplazar los pernos mal colocados o sueltos y los tramos con shotcrete deteriorado.
- Capacitación permanente del personal de operaciones (Jefes de Guardia, Capataces, perforistas y ayudantes) en la aplicación de la tabla y colocación de sostenimiento.
- Compromiso de la Gerencia General y de operaciones con la aplicación correcta y oportuna de esta actividad.

Formas de colocación terminantemente prohibidas

- Iniciar la colocación de soporte sin haber desatado correctamente o asegurado el techo.
- Perforar para pernos y no colocarlos inmediatamente después de perforar el taladro
- Colocar pernos en las fracturas o muy inclinados o en zonas en que la picota se hunde profundamente, o en labores con anchos menores de 2.0 m
- Colocar el shotcrete sobre malla rellena de fragmentos de roca.
- Colocar shotcrete a una distancia mayor de 1.5 m con la superficie no limpiada con agua a presión (entre 3 y 5 bares).
- Colocar las cimbras sin apoyo en el piso, no verticales y sin asegurar previo techo asegurado, o varias cimbras a la vez.
- Reemplazar el uso de elementos de madera (cuadros, puntales, etc.), por soporte flexible, sin tener el conocimiento y la experiencia suficiente.

COMPANIA MINERA HUARON S.A. SOSTENIMIENTO SEGUN G.S.1. (modificado) LABORES MINERAS DE DESARROLLO (3.50-5.0) LABORES DE EXPLOTACION (4.5-7.0)		CONDICIONES			
A	SIN SOPORTE - PERNO OCAIONAL TIEMPO DE COLOCACION 5 DIAS	RIEVA (MUY RESISTENTE - FRESCA) SUPERFICIE DE LAS DISCONTINUIDADES MUY RIGIDAS E DUAL TERMOAS, CERRADAS. (RC 100 A 250 MPa) (SE ROMPE CON VULOS GOLPES DE PICOTA)	REGULAR (RESISTENTE - FUEMENTE AL TERMO) DISCONTINUIDADES RIGIDAS, LEVEMENTE AL TERMO, MARGINAS DELABRACION LIGERAMENTE ABERTAS. (RC 50 a 100 MPa) (SE ROMPE CON UNO O DOS GOLPES DE PICOTA)	POBRE (AMARILLO RESIST. LEVE A MODERAD. AL TERMO) DISCONTINUIDADES LISAS, MODERADAMENTE AL TERMO, LIGERAMENTE ABERTAS. (RC 25 A 50 MPa) (SE INCIENIA SUPERFICIALMENTE CON GOLPES DE PICOTA)	MUY POBRE (BLANDA - MUY AL TERMO) SUPERFICIE PULIDA O CON ESTRIACIONES, MUY AL TERMO RELLENO COMPACTO O CON FRAGMENTOS DE ROCA (RC 5 A 25 MPa) - (SE INCIENIA MAS DE 5 mm.)
B	PERNO SISTEMATICO 1.50 x 1.50 m. (Malla o cinta ocasional) TIEMPO DE COLOCACION 1 MES				
C	PERNO SISTEMATICO 1.2 x 1.0 m. (Malla o cinta ocasional) TIEMPO DE COLOCACION 15 DIAS				
D	PERNO SISTEMATICO 1.0 x 1.0 m. y Malla o Shotcrete con fibra (5 cm) TIEMPO DE COLOCACION 5 DIAS				
E	PERNO SISTEMATICO 1.0 x 1.0 m. y Shotcrete 10.0 cm. con fibra. TIEMPO DE COLOCACION 1 DIA				
F	CIMBRAS METALICAS O CUADROS DE MADERA ESPACIADOS CADA METRO TIEMPO DE COLOCACION INMEDIATO				
ESTRUCTURA					
	LEVEMENTE FRACTURADO TRES O MENOS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES MUY ESPACIADAS ENTRE SI (RQD 75-99) (2 A 6 FRACTURAS POR METRO) (RQD - 115 - 3.3 Jm.)	(A)	(A)	(A)	
	MODERADAMENTE FRACTURADO MUY BIEN TRABADA, NO DISURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES (RQD 50 - 75) (6 A 12 FRACTURAS POR METRO)	(A)	(A)	(C)	(D)
	MUY FRACTURADO MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES (RQD 25-50) (12 A 20 FRACTURAS POR METRO)	(A)	(C)	(D)	(E)
	INTENSAMENTE FRACTURADO PLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES (RQD 0 - 25) (MAS DE 20 FRACTURAS POR METRO)		(D)	(E)	(F)

Metodología de aplicación	
El desprendimiento de roca se evita colocando el soporte adecuado en el momento oportuno	
Aplicación sin factores influyentes <ul style="list-style-type: none"> Para la aplicación de esta tabla se determina in situ una vez lavadas las paredes y el techo de la labor a mapear, la cantidad de fracturas por metro lineal utilizando un flexómetro (parámetros de estructuras y la resistencia de la roca definida por la cantidad de golpes de picota con las que se rompe o se indenta la roca, o la condición de las fracturas (abertura, relleno y alteración) (parámetros de condiciones). Cada recuadro de calidad de roca presenta algunas subdivisiones aplicándose el sostenimiento designado en el recuadro superior cuando no se presentan factores influyentes, los mismos que son descritos en el párrafo siguiente. 	
Correcciones por factores influyentes <ul style="list-style-type: none"> La presencia de agua, orientaciones desfavorables de las discontinuidades, ocurrencia de esfuerzos (encampane mayor de 600m, labores cercanas o presencia y cercanía a fallas) y demoras en la colocación de soporte que afecten a un determinado tipo de roca en una labor, originara que el soporte asignado por su condición al momento de la excavación requiera ser reforzado, para lo cual se deberá colocar el siguiente soporte, tanto en elementos de soporte como en tiempos de colocación, debiendo considerarse una sola corrección. Ejemplo.- Rampa de 4.0x4.0m muy fracturada regular (MFR), el soporte sin factores influyentes correspondiera a pernos de 1.0x1.0m, con malla de refuerzo o shotcrete sin fibra de 0.05m (soporte tipo C) y el tiempo de colocación a 5 días. Con presencia de agua, orientación desfavorable de discontinuidades, aberturas, cercanas o influencia de esfuerzos se deberá colocar soporte tipo D y su tiempo de colocación será de 1 día. 	
Medidas preventivas y de control <ul style="list-style-type: none"> La primera medida preventiva es el uso de "voladura controlada" en especial en las bóvedas, para lo cual, se deberá disminuir el espaciamiento de taladros a 0.5m y distribuir mejor su carga, así mismo, evitar concentraciones de vibraciones que originen micro fracturas en paredes, techo y frente de la labor. Ejecución de mapeo geomecánico de inmediato y colocación del soporte de acuerdo al tipo y tiempo recomendado en la tabla. Revisar y cumplir en forma estricta con el manual de procedimientos de colocación de los diferentes elementos de soporte que se apliquen Efectuar periódicamente ensayos de arranque en los pernos colocados, limpieza y reparación de mallas rellenadas con fragmentos, reemplazar los pernos mal colocados o sueltos y los tramos con shotcrete deteriorado. Capacitación permanente del personal de operaciones (Jefes de Guardia, Capataces, perforistas y ayudantes) en la aplicación de la tabla y colocación de sostenimiento. Compromiso de la Gerencia General y de operaciones con la aplicación correcta y oportuna de esta actividad. 	
Formas de colocación terminantemente prohibidas <ul style="list-style-type: none"> Iniciar la colocación de soporte sin haber desatado correctamente o asegurado el techo. Perforar para pernos y no colocarlos inmediatamente después de perforar el taladro Colocar pernos en las fracturas o muy inclinados o en zonas en que la picota se hunde profundamente, o en labores con anchos menores de 2.0 m Colocar el shotcrete sobre malla rellena de fragmentos de roca. Colocar shotcrete a una distancia mayor de 1.5 m con la superficie no limpiada con agua a presión (entre 3 y 5 bares). Colocar las cimbras sin apoyo en el piso, no verticales y sin asegurar previo techo asegurado, o varias cimbras a la vez. Reemplazar el uso de elementos de madera (cuadros, puntales, etc.), por soporte flexible, sin tener el conocimiento y la experiencia suficiente. 	

3. MAPEO GEOMECANICO

El mapeo geomecánico, es la representación grafica del tipo de soporte a colocar en base a la condición geomecánica, según la clasificación GSI de una labor excavada y a los factores influyentes que actúan sobre ella, tales como, el ancho de la abertura, labores cercanas, presencia de agua, influencias de esfuerzos, orientación de fracturas y voladura.

Los colores asignados a esta clasificación grafica de cada tipo de soporte se basan en las tablas correspondiente al sostenimiento practico minero y se relaciona con la tabla de auto soporte que corresponde al índice RMR para la colocación oportuna del soporte seleccionado.

Para la elaboración de este mapeo se llena primero el formato de Reporte Diario de Geomecánica correspondiente a cada labor.

Para la elaboración de los planos se ha propuesto que el formato básico sea en hojas de tamaño A-4, por ser de fácil manipuleo en interior mina, en este formato se incluye lo siguiente:

- a) Vista de planta de las labores según el avance mensual correspondiente, a escala 1/500, mostrándose en arco rebatido, es decir pared derecha, techo y pared izquierda, esta división se hace de acuerdo a la dirección, esta división se hace de acuerdo a la dirección de avance de cada labor.
- b) Secciones típicas de tramos con sostenimiento diferente.
- c) Simbología y leyenda que consiste en un resumen de la tabla de sostenimiento de la mina, para labores de desarrollo o labores de extracción.
- d) Membrete del plano, donde se incluye el nombre de la labor mapeada, el encargado del mapeo, el encargado de la revisión y aprobación.
- e) Observaciones o notas que se crean necesario incluir para aclaración del mapeo.

Una vez elaborado el formato, se procede a dibujar mapeando las labores, apartir de un plano de avances actualizado.

El ploteo se puede realizar en Autocad o forma manual.

El mapeo se realiza conforme se va avanzando señalando el tramo de avance, el día y la guardia de avance, el tipo de calidad de roca (pared derecha, techo y pared izquierda)

Se colorea con el color asignado al soporte definido según las tablas de sostenimiento.

Debiendo colocar el soporte en el momento que esta indicado en el resumen de las tablas de sostenimiento.

III DESARROLLO DEL METODO

Son tres los documentos que se desarrollan al momento de iniciar la supervisión de la labor; estos documentos se encuentran en el lugar de trabajo siendo visibles, de fácil acceso y seguro para conservar su integridad.

Los tres documentos son los siguientes:

- 1) CHECK LIST DIARIO DE OPERACIÓN MINA
- 2) REPORTE DIARIO GEOMECANICO
- 3) PLANO GEOMECANICO

Son documentos evaluados por los Trabajadores, Supervisor de primera línea y Ingeniero de guardia en esa secuencia, de tal manera que los condiciones de riesgo es involucrado directamente al trabajador, que es quien ejecuta su eliminación del peligro.

Estas están realizadas en doble copia para archivo del departamento de seguridad.

1) CHECK LIST DIARIO DE OPERACIÓN MINA

Es un documento que lleva en la cabeza la Matriz de evaluación del riesgo que te permite evaluar todas las condiciones en la que incide riesgo, eliminando el peligro.

Contiene un recuadro que te permite evaluar actividades de rutina evaluando y calificando su riesgo, sin dejar de lado algún elemento, de manera ordenada.

Las decisiones y el modo de eliminar las condiciones de peligro, lo definen en coordinación con todos los involucrados en la labor.

Se anota en recuadro las conclusiones de eliminación de peligro de acuerdo a las prioridades que requiere, firmado de conformidad, la supervisión y los obreros.

Se menciona los elementos;

1. Ventilación
2. Accesos
3. Desatado de roca
4. Orden y limpieza
5. Verificación de tiros cortados
6. EPP
7. Sostenimientos
8. Equipos
9. Iluminación
10. Parrillas

Se desarrollara en tres subpartes:

- a) Check List Diario de Operación Mina
- b) Oportunidades del check List
- c) Formato del check List

a) CHECK LIST DIARIO DE OPERACIÓN MINA

- La Hoja de Check List es entregada en el reparto de guardia al trabajador, anotando la labor en la que va a trabajar y la orden de manera general, la cual crea necesario el ingeniero de guardia.
- El Maestro de la labor conjuntamente con su ayudante desarrolla la evaluación de su labor, paso a paso, anotando las soluciones en la hoja Check List.
- El Supervisor de primera línea, evalúa la hoja llenada por los obreros (Check List), corrigiendo, agregando o dando de conformidad lo observado por los trabajadores y finalmente.
- El Jefe de Guardia evalúa, agrega o corrige en caso que fuera necesario la hoja de Check List Minero, firmando por conformidad.
- Esta hoja es enmicada y colocado en un lugar accesible y seguro para su integridad.

b) OPORTUNIDADES DEL CHECK LIST

VENTAJAS:

- Te permite evaluar los riesgos y tomar las decisiones para eliminar el peligro; de una forma indirecta es comprometido al trabajador, supervisor de primera línea y Ingeniero de guardia a no dejar de lado estos eventos de riesgo y no dejarse llevar por la rutina.
- La secuencia de las actividades que debe desarrollar la hoja Check List no deja pasar alguna actividad de riesgo.
- La evaluación de los riesgos permite obtener conclusiones de peligro y trabajo a desarrollarse durante la guardia, comprometiéndole en la eliminación al obrero.
- Esta hoja se archiva dejando registrado las órdenes durante el mes.
- La mina es muy versátil, a pesar de crear, inventar, mejorando métodos, que pueda ayudar la corrección de peligros, puede que escape alguna actividad que no ha sido considerada o incorrectamente ejecutada y la responsabilidad recae en la supervisión, la hoja de Check List es un documento de ordenes que queda archivada y puede aclarar situaciones no claras.
- Los elementos de supervisión como son la Ventilación, Accesos, Desatado de roca, Orden y limpieza, Verificación de tiros cortados, EPP, Sostenimientos, Equipos, Iluminación, Parrillas, que corresponde a una supervisión común y corriente, aquí son observados en forma ordenada, sin dejar alguna por olvido o premura del tiempo.

DESVENTAJAS

- Cada mes debe tener un programa de capacitación, retroalimentándose este tema al personal, mas aún para el personal nuevo que debe iniciarse de cero.
- La aplicación práctica en la labor es la más recomendable y es dada por los ingenieros, evaluando el grado de aceptación captada por los obreros; esta evaluación es mediante las pre-auditorias que hablaremos mas adelante.
- El personal debe tener secundaria completa, personas con mayor raciocinio para interpretar y llenar documentos.
- Hay un incremento en costos por impresión de estos documentos, pero en el tiempo es ahorro, al evitar accidentes y mejoras en la producción.
- Un incremento en documentación para la supervisión pero es para la mejora de la propia supervisión.

c) FORMATO DEL CHECK LIST DIARIO DE OPERACION MINA



COMPAÑÍA MINERA HUARÓN S.A.
Dpto. de Seguridad y Medio Ambiente

MATRIZ DE EVALUACION DE RIESGOS

CONSECUENCIAS	1 Catastrófico	1	2	4	7	11
	2 Fatalidad	3	5	8	12	16
	3 Permanente	6	9	13	17	20
	4 Lesión temporal	10	14	18	21	23
	5 Lesión Menor	15	19	22	24	25
		A Común	B Han Ocurrido	C Pueden ocurrir	D No es probable que ocurra	E Prácticamente imposible que ocurra
PROBABILIDAD						

CHECK LIST DIARIO DE OPERACIÓN MINA
(EVALUACION DE RIESGOS EN BASE A LA MATRIZ IPER)

ZONA:..... LABOR:.....
 FECHA:.....
 TURNO:.....
 LIDER DE LA LABOR:.....

SUPERVISOR		HORA	VENTILACIÓN	ACCESOS	DESATADO DE ROCA	ORDEN Y LIMPIEZA	VERIF. TIRO CORTADO	EPP	SOSTENIMIENTO	EQUIPOS	ILUMINACIÓN	PARRILLAS	HERRAMIENTAS	BARRETILLAS				
														4'	6'	8'	10'	12'
NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMA																	

1 a 7 = Alto Riesgo 8 a 18 = Riesgo Medio 19 a 25 Riesgo Bajo
 BARRETILLA: B = Bueno D: Deteriorado (Sin filo, Doblado) F: Falta en la labor

NOTA: Eliminar, Minimizar y/o Controlar el riesgo; estas son tareas prioritarias antes de iniciar y/o con la operación diaria.

RECOMENDACIONES:

.....

CUMPLIMIENTO	
HORA	FIRMA DEL LIDER

.....
 JEFE DE ZONA

.....
 RESIDENTE/JEFE DE OPERACIÓN

2) REPORTE DIARIO DE GEOMECANICA

El Reporte Diario Geomecánico se realiza a diario en cada guardia evaluando mediante los conceptos de geomecánicos, fracturamiento, resistencias, factotes influyentes y teorías geomecánicas de sostenimiento para obtener como resultado el tipo de sostenimiento requerido para la labor y su tiempo de colocación.

El formato del reporte diario geomecánico consta de tres recuadros.

- Calidad de Roca
- Factores Influyentes
- Sostenimiento y Tiempo de Colocación

Se desarrollara en tres subpartes:

- a) Reporte Diario de Geomecánica
- b) Oportunidades del Reporte Diario de Geomecánica
- c) Formato del Reporte Diario de Geomecánica

a) REPORTE DIARIO DE GEOMECANICO

- Lo desarrolla los obreros al momento de ingresar al lugar de trabajo, con sus tablas GSI, evalúan el tipo de sostenimiento que requieren y el tiempo de colocación.
- Es realizado en cada guardia, indistintamente la operación que van ha ejecutar, porque cualquier operación que realicen, siempre estarán debajo de un macizo rocoso y esta es necesario evaluar su comportamiento.
- El supervisor revisa los resultados de la evaluación y reafirma o corrige los resultados, estos a su vez es remarcado y ubicado en el plano geomecánico.
- El jefe de guardia revisa los resultados, en caso que sea hubiera error corregirá, estos resultados serán revisados en el plano geomecánico.
- Todo personal que ingrese a la mina debe tener sus tablas GSI, y saber desarrollarle, para ello debe estar capacitado con anterioridad.

b) OPORTUNIDADES DEL REPORTE DIARIO GEOMECANICO

VENTAJAS:

- Los trabajadores por la evaluación que realizan definen el sostenimiento y su tiempo de auto soporte y es reafirmado por sus supervisores.
- Los trabajadores por su análisis que realizan, son involucrado en la importancia que esta requiere.
- Las Tabla GSI, para una mejor utilización y manejo sin deteriorarlo, deben ser reducidas al tamaño de una libreta de notas y enmicadas, de tal manera que pueda caber en los bolsillos de un mameluco.
- El resultado de este reporte es lo esencial del método de geomecánica, evalúan sus condiciones de estructuras, resistencias, factores influyentes, determinando el sostenimiento requerido por la labor.

DESVENTAJAS

- Preparación constante a los trabajadores para que dominen la evaluación geomecánica, tanto teórico y practico.
- La creación de un departamento de profesionales capacitados en geomecánica que evalúan con auditorias el cumplimiento y correcto desarrollo del método a todo nivel.
- Hay un incremento en costos por impresión de este documento, pero en el tiempo es ahorro, al evitar accidentes y mejoras en la producción.
- Agregar un documentación a la supervisión, es un método ordenado y técnico, lo cual implica documentación.

c) FORMATO DEL REORTE DIARIO DE GEOMECANICA



REPORTE DIARIO DE GEOMECANICA

LABOR:..... FECHA:.....

GUARDIA:..... AVANCE:.....

ENCARGADOS:.....

CALIDAD DE ROCA

	PARED IZQUIERDA	TECHO	PARED DERECHA
FRACT/ML			
CONDICIONES DE FRACTURA			
RESISTENCIA CON LA PICOTA			
CLASIFICACION GSI			

FACTORES INFLUYENTES

PARED IZQUIERDA	
TECHO	
PERED DERECHA	

SOSTENIMIENTO Y TIEMPO DE COLOCACION

PERED IZUIERDA	
TECHO	
PARED DERECHA	

OBSERVACIONES

ENCARGADO

REVISADO

3. PLANO GEOMECANICO

El plano es elaborado y las anotaciones correspondientes en el departamento de geomecánica en coordinación con el departamento de planeamiento para la actualización de los levantamientos topográficos

Es actualizado o cambiado cada vez que requiera la mina para su mejor trabajo en la ejecución.

El plano geomecánico tiene dos vista, de planta y frontal, en formato A4 a escala, cuadriculada para ubicar mejor el punto referido y se transcribe los resultados de tabla GSI.

El plano identifica en los puntos de desarrollo de trabajo el resultado de sostenimiento, de tal manera quien lo leyera interprete el sostenimiento que se debe aplicar.

Se desarrollara en tres subpartes:

- a) Plano Geomecánico
- b) Oportunidades del Plano Geomecánico
- c) Formato del Plano Geomecánico

a) PLANO GEOMECANICO

- El plano debe estar actualizado en condiciones para continuar graficando, y llevados a la labor por los ingenieros de guardia.
- Con los resultados del reporte diario geomecánico, es ubicado y transcrito en el plano, pintando de acuerdo a los resultados.
- El supervisor revisa el plano si esta correctamente graficado, si fuera necesario corrige.
- El jefe de guardia revisa el plano, si encuentra errores, reúne a los trabajadores y en coordinación con ellos corrige enseñando los errores cometidos para continuar con su capacitación de los trabajadores

b) OPORTUNIDADES DEL PLANO GEOMECANICO

VENTAJAS:

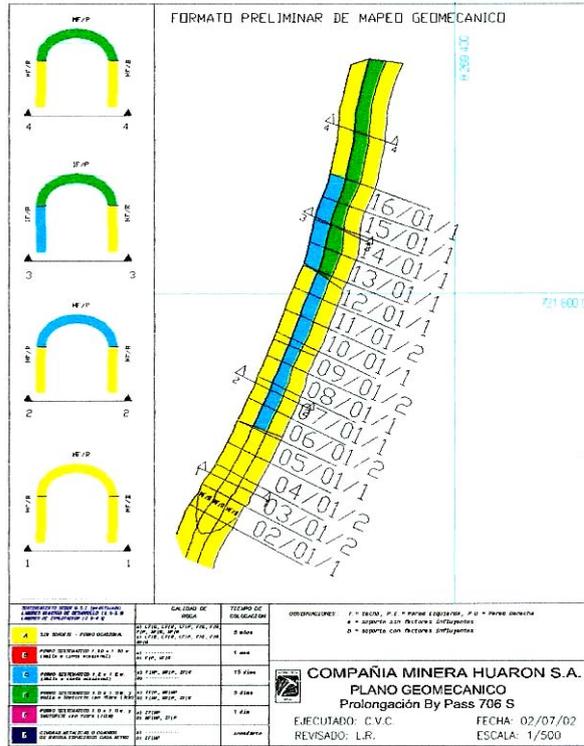
- El plano siempre se encontrara en un lugar accesible, disponible para cualquier que lo requiera.
- Los colores que se aplica en el método identifica los criterios de evaluación del tipo de sostenimiento que requiere.
- El personal se capacita en lectura de plano ubicándose fácilmente.
- A medida que el personal domine mejor el método, obtendremos obreros con un amplio criterio de minería dejando de lado lo empírico que a la fecha se tiene, por lo generan en la minería peruana.

DESVENTAJAS

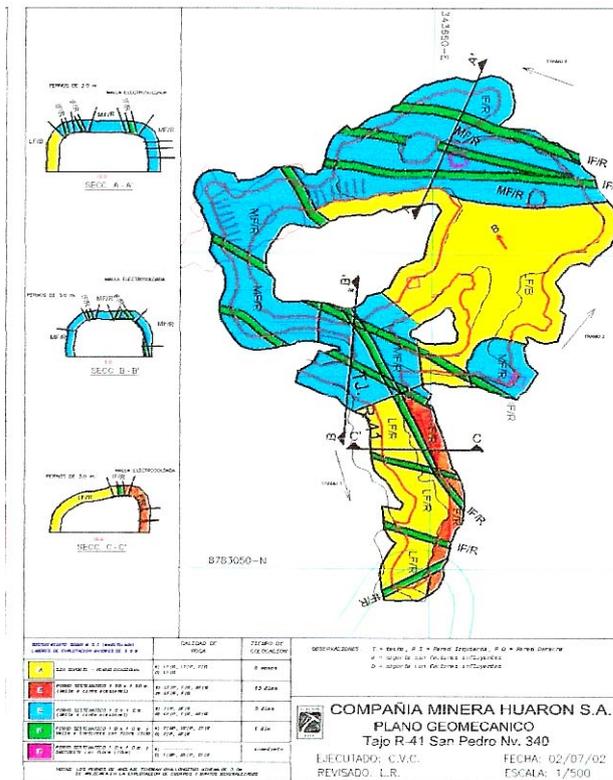
- Mantener esta información en el tajo resguardando su integridad en lugares visibles y de fácil acceso para quien ingrese a la labor.
- Capacitación permanente de los trabajadores, muchos de ellos no tienen la menor idea de cómo se lee un plano, lo que significa las escalas, lo cual en el plano debe ser graficado en cuadrícula determinando la escala de avance y los obreros entenderán mejor.
- Los planos semanalmente se llenan y deben ser remplazados por otros nuevos, la cual deben ser actualizado por departamento planeamiento con los últimos avances y departamento de geomecánica, esta transferencia en finales de mes es muy engorrosa y demoran en llegar a la labor, lo cual en párrafos arriba mencionado se define que puede ser realizado en forma manual, para este tipo de situaciones.
- La utilización de colores implica que la supervisión ande con sus respectivos, de tal manera para graficar mejor en el plano y sea mejor entendida.

c) FORMATO DEL PLANO GEOMECANICO

Mapeo en labor de avance:



Mapeo en Tajo:



IV EVALUACION DEL METODO

La evolución se realiza para medir el porcentaje de conocimiento que tienen los trabajadores y su vez identificar en que parte de la mina hay debilidades y poder reforzarle, mediante cursos, capacitaciones, charlas.

Esta evaluación consta de dos fases:

- Pre Auditorias Geomecánica
- Auditorias Internas Geomecánica

1) PRE AUDITORIA GEOMECANICA

Es ejecutado por los jefes de zona, consiste en una auto evaluación, de cómo se esta aplicando, midiendo las debilidades de sus trabajadores y la supervisión en general.

El jefe de zona con los resultados identifica las debilidades de su personal y planifica la capacitación y retroalimentación de supervisores y trabajadores.

Corrige si fuera necesario las evaluaciones de los planos, dando sugerencias de mejoras en la labor.

Se desarrollara en tres subpartes:

- a) Pre Auditoria Geomecánica
- b) Oportunidades de la Pre Auditoria Geomecánica
- c) Formato de la Pre Auditoria Geomecánica

a) PRE AUDITORIA GEOMECANICA

- Las Pre Auditorias se realizan uno por día, en el caso que amerita otras labores se sugiere evaluar más labores y se realiza indistintamente sin previo aviso en cualquier labor
- Es ejecutado por el Jefe de Zona, en conjunto con los supervisores y trabajadores.
- Las preguntas se desarrollan de acuerdo al orden que describe el formato.

b) OPORTUNIDADES DE LA PRE AUDITORIA GEOMECANICA

VENTAJAS:

- Obtiene conclusiones de la operación y seguridad, por cada labor.
- Te detalla que obreros tienen debilidades del método, sugiriendo que tipo de ampliación de conocimiento debe requerir.
- Detecta el cumplimiento de la ejecución del método; siempre se detecta personal con tendencia a la oposición de los cambios y ver la manera de mejorar.
- Es un documento de calificación para la estadística del mes.

DESVANTAJAS:

- El personal se siente siempre supervisado, que incomoda en su persona.
- La documentación incrementa al los supervisores.
- Aumento de costos por este documento.

c) FORMATO DE LA PRE AUDITORIA GEOMECANICA



COMPAÑÍA MINERA HUARÓN S.A.
Suptcia. Seguridad y Medio Ambiente

PRE-AUDITORIA GEOMECANICA

Fecha de auditoría:..... Labor:.....
 Participantes:.....

CONTROL GEOMECANICO	REFERENCIAS Y NOTAS
<p>PERSONAL RESPONSABLE (15 PUNTOS): <u>PUNTOS</u> <u>REAL</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Conoce y aplica en forma correcta los conceptos integrales de las tablas de sostenimiento? (05) () • ¿Realiza el llenado permanente de los partes diarios y el mapeo geomecánico en forma correcta? (04) () • ¿Capacita y motiva a su personal en el conocimiento y aplicación del concepto geomecánico en forma permanente? (03) () • ¿Coordina y comunica a mayor nivel, decisiones de riesgo geomecánico que debe tomar? (03) () <p>PERSONAL DE APOYO (DE LA LABOR) (15 PUNTOS):</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿El personal de apoyo está informado, capacitado y motivado de las actividades geomecánicas? (04) () • ¿Cuál es el grado de conocimiento y aplicación de los conceptos geomecánicos, uso de la tabla, partes diarios, mapeos geomecánicos y check list en la labor? (04) () • ¿Conoce las especificaciones técnicas y los procedimientos para la colocación de los elementos de soporte? (07) () 	
<p>CONTROL DEL SOSTENIMIENTO (50 PUNTOS):</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Se cumple estrictamente con determinación, las recomendaciones de los planos geomecánicos con respecto al tipo de soporte a colocar? (10) () • ¿Se cumple estrictamente y con determinación las recomendaciones de los tiempos de colocación de los soportes recomendados según el mapeo geomecánico y parte diario? (15) () • ¿Se cumple estrictamente y bajo control las especificaciones técnicas y los procedimientos de colocación del soporte recomendado? (05) () • ¿Durante el mes se realizaron la prueba de control de calidad del sostenimiento instalado? (05) () • ¿Se realiza en forma permanente el seguimiento de la colocación y procedimiento de los soportes? (05) () • ¿Existen las condiciones adecuadas permanentemente para colocar los soportes? (05) () • ¿Existen y están operativos los equipos, herramientas y materiales requeridos para colocar el soporte? (05) () 	
<p>CONTROL DEL JEFE DE ZONA (20 PUNTOS):</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Conoce y capacita a todo personal a su cargo sobre las aplicaciones geomecánicas en forma correcta y oportuna? (10) () • ¿Apoya y soluciona los problemas que se presentan en las labores con respecto a la aplicación de los conceptos geomecánicos? (05) () • ¿Se aplica algún tipo de control para el cumplimiento específico del sostenimiento en general? (05) () 	
<p>PUNTAJE OBTENIDO: Total (100) ()</p>	

NOTAS Y CONFORMIDAD:

2) AUDITORIA GEOMECANICA

Lo realiza el departamento geomecánicos, son programadas durante el mes en las diferentes zonas de la mina

Es realizado con los encargados de geomecánica y el jefe de zona a la cual se va realizar la auditoria.

Permite evaluar los porcentajes de niveles que se encuentran en cada zona, identificando las debilidades de las mismas.

Evalúa el grado de dominio del tema a los supervisores.

Evalúa el grado de dominio del tema a los trabajadores.

Emite comparaciones mes a mes los avances del desarrollo del sistema.

Corregí mediante estadísticas los niveles de la mina y identifica la tendencia de riesgo que hay en la mina.

Se desarrollara en tres subpartes:

- a) Auditoria Geomecánica
- b) Oportunidades de la Auditoria Geomecánica
- c) Formato de la Auditoria Geomecánica

a) AUDITORIA GEOMECANICA

- Los encargados de la geomecánica, programan inspecciones al mes lo cual se ejecutan sin dar a conocer la labor a la cual va ha ser evaluada.
- El personal que auditan son los siguientes

El encargado de zona de la geomecánica

El jefe de zona cual va ser auditada.

Los jefes de guardia de la zona.

- El personal emiten un resumen y conclusiones de la labor auditada, para sus correcciones de las mismas.

b) OPORTUNIDADES DE AUDITORIA GEOMECANICA

VENTAJAS:

- Corrección de la supervisión a todo nivel de la aplicación del método.
- Estadísticas para el mes a nivel de superintendencia y gerencia.
- Si los resultados son bastantes bajos, invitar a un especialista para la corrección de los mismos y llevar mejor el método.
- Cabe recalcar que este método es de mucha utilidad siempre y cuando los obreros estén bien capacitados.

DESVENTAJAS:

- En la fecha de programada de la auditoria debe coordinarse la hora de la visita para no interrumpir la operación y se pueda desarrollar mejor.
- En las fechas que se audita debe ser remitida los resultados por escrito para su levantamiento de las mismas, no esperar días después.

c) FORMATO DE LA AUDITORIA GEOMECANICA



COMPañIA MINERA HUARÓN S.A.
Suptcia. Seguridad y Medio Ambiente

AUDITORIA GEOMECANICA

Fecha de auditoría:..... Labor:.....

Participantes:.....

SECCION 1: HERRAMIENTAS DE LA GESTIÓN DE SEGURIDAD OPERACIONAL	REFERENCIAS Y NOTAS
<p><u>ELEMENTO 4 : CONTROL GEOMECÁNICO</u></p> <p>4.1 PERSONAL RESPONSABLE</p> <p style="text-align: right;"><u>PUNTOS REAL</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Está la supervisión de operación de la E.E. actualizando y anotando en el plano geomecánico de la labor? (05) () • ¿Está determinándose en el plano correctamente de acuerdo a la tabla geomecánica el índice G.S.I. de la roca? (05) () • ¿Conoce el tipo de roca en la que está trabajando actualmente y controla su cumplimiento? (05) () • ¿El supervisor hace anotaciones en el check list cuando el sostenimiento representa alto riesgo? (05) () 	
<p>4.2 LEVANTAMIENTO GEOMECÁNICO DE LA LABOR</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuentan todas las labores con los planos geomecánicos estrictamente levantados, ubicados adecuadamente en las labores? (05) () • ¿El levantamiento geomecánico es actualizado y utilizado por la supervisión y el personal en la operación? (05) () • ¿Cuentan los planos geomecánicos con el levantamiento geoestructural? (10) () • ¿Conocen los trabajadores sobre la utilización de las tablas y planos geomecánicos de las labores? (10) () 	
<p>4.3 CUMPLIMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cumplen estrictamente y con determinación la recomendación de los planos geomecánicos en la instalación del sostenimiento? (10) () • ¿El colocado del sostenimiento cumple con las especificaciones técnicas? (10) () 	
<p>4.4 CONTROL</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿La labor está controlada en cuanto a desprendimiento de rocas en éste momento? (10) () • ¿Durante el mes se realizó la prueba de arranque del sostenimiento instalado? (10) () • ¿Tiene la EE. algún tipo de control para el cumplimiento específico del sostenimiento en general? (10) () <p style="text-align: right;">Total (100) ()</p>	

NOTAS Y CONFORMIDAD:

.....
.....
.....
.....
.....

V BIBLIOGRAFIA

1. Copias del Curso Practico de Geomecánica Elemental y Sostenimiento Aplicado a Minas Subterráneas
Autor: Ing. Carlos Vallejo Cortes
2. Curso Teórico y Práctico (Mina Huarón)
Distado: Ing. Carlos Vallejo Cortes
3. Formatos de aplicación en la Compañía Minera Huarón
Departamento de Seguridad Mina Huarón