

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA



# EXPERIENCIAS PROFESIONALES PARA PROFUNDIZACIÓN DE MINAS

INFORME DE INGENIERÍA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR:

**MARCO ANTONIO BENITES SIERRA**

Lima - Perú

2004

# Experiencias profesionales para Profundización de Minas

## Reglas Practicas en la industria minera

Para La Formulación de Proyectos

***“ SOLO LAS PREGUNTAS TIENEN SOLUCIONES ”***

**Autor: Olvidado**

***“ DESCONFIAD, DEL HOMBRE DE UN SOLO LIBRO ”***

**Autor: F. Quevedo**

# Profundización de Minas

## ***Reglas Practicas en La industria Minera***

	<i>Pag.</i>
<i>Agradecimiento</i>	
5	
<i>Abstracto</i>	6
<i>Informe Técnico</i>	7
<b>1. GENERALIDADES</b>	
1.1. <i>Profundización de Minas</i>	8
1.2. <i>Recursos Y Reservas</i>	8
1.2.1. <i>Nivel De Reservas</i>	9
1.2.2. <i>Clasificación De Reservas</i>	9
1.2.3. <i>Reservas Probadas Y Probables</i>	10
1.2.4. <i>Clasificación De Reservas Probadas Y Probables</i>	12
1.2.5. <i>Listado De Bloques</i>	14
1.2.6. <i>Calculo De Ley De Corte</i>	15
1.2.7. <i>Estimación De Reservas</i>	20
1.3. <i>Desarrollo Del Proyecto</i>	
1.3.1. <i>Auditoria Técnica</i>	22
1.3.2. <i>Orden De Magnitud</i>	24
1.3.3. <i>Pre Factibilidad</i>	25
1.3.4. <i>Factibilidad</i>	26

1.3.5.	<i>Ingeniería De Detalle</i>	28
1.3.6.	<i>Etapas De Construcción</i>	30
<b>2. Contratos</b>		
2.1.	<i>Aspectos a Considerar</i>	31
2.2.	<i>Legal (Declaración Preliminar)</i>	32
2.3.	<i>La Redacción del Contrato</i>	32
2.3.1.	<i>Monedas Y Formas De Pago</i>	33
2.3.2.	<i>Nivel De Información</i>	34
2.3.3.	<i>Personal Involucrado</i>	34
2.3.4.	<i>El conocimiento y la comunicación</i>	34
2.3.5.	<i>Cronograma del proyecto</i>	35
2.3.6.	<i>Ultima tecnología</i>	35
2.3.7.	<i>Puesta en marcha</i>	35
2.3.8.	<i>Pre Inspección</i>	36
2.3.9.	<i>inspección</i>	36
2.3.10.	<i>Post inspección</i>	36
2.3.11.	<i>Garantías</i>	36
<b>3.Reglas Practicas en La Industria Minera</b>		
3.1.	<i>Introducción</i>	38
3.2.	<i>Historia</i>	38
3.3.	<i>Definición De Reglas Practicas</i>	39
3.4.	<i>Regla practica (distinguiendo definiciones)</i>	40
3.5.	<i>Algunas Reglas Practicas</i>	44
3.5.1.	<i>Exploración, Geología Y Reservas</i>	44
3.5.2.	<i>Mecánica De Rocas</i>	45
3.5.3.	<i>Métodos De Minado</i>	46
3.5.4.	<i>Proyecto Previo De Minado</i>	47

3.5.5.	<i>Ingeniería Ambiental</i>	48
3.5.6.	<i>Estudios De Factibilidad</i>	49
3.5.7.	<i>Economía Minera</i>	50
3.5.8.	<i>Estimación De Costos</i>	50
3.5.9.	<i>Seguridad</i>	52
3.5.10.	<i>Diseño De Piques</i>	53
3.5.11.	<i>Profundización De Piques</i>	55
3.5.12.	<i>Desarrollos Laterales Y Rampas</i>	56
3.5.13.	<i>Collares Y Portales</i>	57
3.5.14.	<i>Winche De Tambores</i>	58
3.5.15.	<i>Cables, Poleas Y Equipo De Izaje</i>	60
3.5.16.	<i>Castillos</i>	61
3.5.17.	<i>Fajas Transportadoras</i>	62
3.5.18.	<i>Ventilación Y Aire Acondicionado</i>	63
3.5.19.	<i>Aire Comprimido</i>	64
3.5.20.	<i>Desagüe De Mina</i>	65
3.5.21.	<i>Relleno</i>	66
3.5.22.	<i>Explosivos Y Perforación</i>	67
3.5.23.	<i>Electricidad</i>	68
3.5.24.	<i>Echaderos, Bolsillos, Tolvas Y Parrillas</i>	70
3.5.25.	<i>Chancadoras Y Rompe bancos</i>	70
	<b>4. Conclusiones Y Recomendaciones</b>	<b>71</b>
	<b>5. Bibliografía</b>	<b>72</b>

## **Agradecimiento**

*A las mujeres que en mi vida son:*

*Mi Esposa:           **Flor de María***

*Mis Hijas:           **Gabriela;***

***Mariela;***

***Daniela.***

*A mi madre:       **Hermelinda***

## **Abstracto**

*Las minas subterráneas por lo general pasan por varias Etapas a lo largo de su vida económica, siempre en el afán de optimización de recursos y mejora de la productividad, durante esta etapa, en un ambiente conocido desde el arranque de las operaciones y durante la vida del proyecto. Pero la continuación de las operaciones mas allá del tiempo estimado, no definida en el proyecto, se empieza una etapa especulativa debido principalmente a los escenarios cambiantes de las reservas por variación sustancial de los precios, de los valores finos explotados y finalmente en un escenario totalmente desconocido de precios y cantidad de reservas, en esta etapa se ubica la expansión de producción y/o el cambio en los métodos de producción en forma drástica para abarcar muchas posibilidades de éxito.*

*La profundización de minas subterráneas es la aplicación de las técnicas que permitirán ubicarse y decidir todos los PASOS FINOS a realizar para llegar a subsistir con el recurso existente en las condiciones no establecidas al inicio de la Etapa de Producción.*

*Desde este punto de Vista, sólo abordaremos la parte minera y una ligera evaluación de la parte metalúrgica.*

*También muchas de las condiciones nuevas en el área profunda de la mina son de deducciones e inferencias no técnico - científicas, estas no dejan de ser sólo especulativas hasta el momento de su realización.*

*El modo practico de empezar, será pues la evaluación del recurso existente al momento de la probable realización y debemos considerar las siguientes fases de estudios de realización obligatoria en todos los proyectos: Una auditoria técnica de evaluación que abarque el tema principal del estudio y los impactos colaterales a identificar para luego proceder de acuerdo a:*

- (a) Auditoría Minera*
- (b) Estudio del Orden de Magnitud de Inversión*
- (c) Estudio de pre -factibilidad*
- (d) Estudio de Factibilidad*
- (e) Estudio de Ingeniería Básica*
- (f) Estudio de Ingeniería de detalle*
- (g) Implementación de la Construcción.*

*Es mejor en todos los casos que la realización oportuna de cada una de las Etapas descritas sea llevada a la practica. No hacerlo, indica definitivamente tomar un gran riesgo en conseguir los objetivos básicos del proyecto.*

## *Informe Técnico del Autor*

*Durante los últimos años el autor se dedico a control y evaluación de proyectos en diversas minas del Perú. El presente informe abarca las experiencias tomadas durante la ejecución de algunas de estas, las enseñanzas aprendidas; este no pretende ser una guía para la ejecución de proyectos tan sólo relata una manera practica de hacer las cosas.*

*Desde el inicio de mi desempeño en el ambiente profesional, siempre estuve vinculados a proyectos que se iniciaron como simples interrogantes hasta en la parte de estos años poder con mas conocimiento de causa poder formular proyectos de envergadura para diferentes empresas mineras en el país con la empresa que estamos trabajando SNC-Lavalin Perú S.A. filial de SNC-Lavalin Inc. de Canadá y GEMIN (Milpo).*

*La formulación de un proyecto específico requiere aún en los más simples, la reunión de muchas especialidades, las cuáles no tienen siempre el poder de sintetizar las ideas sino algunas veces tienden a complicarlas. En paginas posteriores se designan las calidades de los niveles de un proyecto y estos sólo dependen del nivel de trabajo empleado y de los estimados hechos para la toma de datos y decisiones. Es en esta parte del trabajo que la capacidad de investigar con rigor científico y el conocimiento necesario para hacer estimados (en permanente contradicción) dificultan el avance de la concepción del proyecto.*

*Tocaremos en la parte final de este informe dos aspectos muy ligados a la ejecución y formulación de Proyectos ambos ligados a los aspectos legales el primero de ellos referente a algún modelo de redacción de un Contrato a seguir dependiendo del caso y de la referente a las leyes vigentes en cada caso dependiendo del ámbito de desarrollo.*

*La formulación y ejecución de proyectos tiene una etapa dura y complicada en todas sus fases de ejecución, pero es de gran utilidad y aún mas de grandes momentos de felicidad cuando vemos realizado este nuestro sueño compartido.*



## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Profundización de minas

La literatura y los escritos mencionados se refieren única y exclusivamente a operaciones existentes, para diferentes aplicaciones a las descritas remitirse a la bibliografía respectiva.

### 1.2 Recursos y Reservas

**Recurso**, es todo aquello posible de contener valores finos vendibles o metálicos bajo un contexto técnico y económico sobre la base de precios pasados, presentes y futuros.

**Reserva**, aquel recurso que cumple con un nivel económico definido, al actual nivel de precios, de los contenidos vendibles.

Entendiéndose, que los precios cambiantes hacen que un recurso cambie a reservas y una reserva pase a recurso. Las tecnologías desarrolladas y aplicadas juegan un nivel importante en esta evaluación. Hacemos mención que bajo un modelo técnico y económico, un mineral para una empresa puede ser reserva y para otro nivel recurso.

Cada empresa, define sus propios límites entre Reserva y Recurso a su propia circunstancia, dependiente de los niveles de

precio y por aplicación de diferente escala de producción o aplicación tecnológica.

### **1.2.1 Nivel de Reservas**

Entendiéndose que si un proyecto debe durar " $k = n + m$ " años, el nivel de reservas para afianzar este proyecto, los "n" años de estudios, diseños y construcción y los "m" años de producción para pago y recuperación de la inversión y la utilidad de la inversión.

### **1.2.2 Clasificación de las Reservas**

#### **Criterios de estimación de reservas**

Sólo se usaran aquellos que estén establecidos y normados por las instituciones correspondientes y aceptados por las partes y con la metodología que la experiencia aconseja. El criterio no debe ser conservador u optimista sino debe reflejar la realidad entendida y con un gran nivel de confianza.

- **Ley de corte**

Cualquier mineral con un contenido o valor previamente fijado o posteriormente fijado por tonelada es considerado como mineral económico.

El Mineral económico o con valores ligeramente menores pero más grande que el valor considerado como Mineral Marginal serán fijados.

- **Categorías de mineral**

Las reservas de mineral determinados de acuerdo a la siguiente clasificación mas abajo detallada:

- Valor económico
- Accesibilidad

### **1.2.3 Reservas Probadas y Probables**

- **Valor económico**

De acuerdo con el valor económico, los bloques de mineral serán clasificados como las siguientes descripciones:

**Mineral Económico:** - El valor de Venta del metal Fino contenido es suficiente para cubrir los costos de operación, tratamiento y ventas.

**Mineral Marginal.-** El valor del metal fino contenido es menor que el calculado en la Ley de corte, pero disminuye el costo de

operación y/o incrementa el precio del metal de manera tal que el recurso lo hace económico.

**Accesibilidad;** De acuerdo con la accesibilidad hacia las zonas de mineral, los bloques son clasificados en las siguientes categorías: Accesible, Eventualmente accesible e Inaccesible

Los bloques accesibles, son aquellos que pueden ser fácilmente extraídos, preparados, minados por la operación corriente de la mina.

Los bloques eventualmente accesibles, incluyen aquellos que no pueden ser extraídos, minados o preparados inmediatamente por falta de desarrollo de las áreas y/o problemas relativos a seguridad o medio ambientes.

Los bloques inaccesibles, son aquellos que están más bajos que el nivel profundo y/o extremos de la mina. Para minar estos bloques se necesita ejecutar todo un plan y programa para acceder a esos niveles.

#### **1.2.4 Clasificación de Reservas Probado y Probable**

De acuerdo con el muestreo geológico y los valores disponibles los bloques son clasificados en probados y probables.

Las reservas de mineral probado son consideradas todas aquellos bloques con suficiente información disponible para determinar la continuidad del volumen de la reserva y la ley de bloque ha sido calculada de un muestreo sistemático.

Los siguientes son los escenarios que comprenden el mineral de reserva probado.

- Primero, un bloque de mineral de reserva probado es aquel que es accesible por cuatro lados a través de dos galerías en niveles diferentes y continuos y dos chimeneas adyacentes.
- En segundo lugar, un bloque de mineral probado es aquel bloque que es limitado por tres lados por dos galerías contiguas y una chimenea adyacente o dos chimeneas y una galería.
- En tercer lugar un bloque de mineral probado esta limitado por los vértices de un triángulo en el cuál los limites está dado por el mineral expuesto por galerías y chimeneas adyacentes.

Reserva de mineral probable, son aquellos bloques para el cual la continuidad puede ser asumida con algún riesgo pero tomando en cuenta las características geológicas, podemos ver, que el mineral ha sido calculado por un programa de muestreo sistemático

- Una reserva de mineral probable es aquel que se obtiene de extender los límites más allá del contorno (los ojos de mineral) considerado como probado.
- En segundo lugar, un mineral probable es aquel que está expuesto por dos galerías adyacentes o dos chimeneas adyacentes.
- En tercer lugar, un mineral probable es aquel que está limitado por una franja en la cual la dimensión más grande es igual a la longitud del desarrollo de la mineralización por una galería o chimenea y la altura puede ser medida en la galería o en ambos lados en caso de una chimenea.

En caso de que esos bloques sean determinados por solo uno de los trabajos mineros (galerías o chimenea), la siguiente altura de los bloques pueden ser considerados:

<b><i>Longitud de Mineralización</i></b>	<b><i>Influencia</i></b>
<20metros	10 metros

>20 metros	25 metros
------------	-----------

### 1.2.5 Listado de bloques

Cada bloque es referido de acuerdo con los niveles más bajos al cual será o es accesible. Para los bloques de reserva geológica en esas áreas que no han sido minadas, ese bloque podría tener correlaciones con las vetas en esas áreas, Los números de ese bloque podrían incrementarse a la derecha o izquierda desde la base o del tope. Por ejemplo:

Veta	Bloques
Veta Victoria	10
Veta Maruja	05

Para los bloques correspondientes a los tajos de operación, él numero de bloque corresponde al nivel mas bajo del tajo y también con los últimos tres números de la coordenada Este. Por ejemplo:

Veta	Bloques
Veta Victoria	4825-540
Veta Maruja	4875-100

### 1.2.6 Calculo del Ley de corte

Un programa computarizado conteniendo las tarjetas de muestreo y que pueda calcular las reservas estimadas de los promedios de las muestras de canales como un resultado final. *La ley de mina debe ser diluida en acuerdo con los planes del minado.*

Los valores de metales finos en cada área de trabajo deben ser reducidos de acuerdo a una descripción conocida y aceptada.

Valores mas alto que “ MM.mm ” será reducidos a “ YY.yy ”.

Los valores erráticos de esa área serán aquellas que tengan frecuencia mas baja que “ XX.xx % ” de todas las muestras correspondientes a un sólo lado. (Se requiere siempre un análisis estadístico consistente en el conjunto del las muestras).

Los valores erráticos son considerados aquellos que son “ XX.xx ” más grandes que el promedio de todas las muestras consideradas no erráticas.

Los valores altos erráticos son determinados como correctos a través de una distribución de frecuencia.



Para colocar ejemplos prácticos, tomados de una minería de oro filoniano en el sur del País se tomo la siguiente decisión.

*"Todas las leyes mayores de 100 gr-Au / TMS serán reducidas a 100 gr-Au / TMS"*

- **Ancho de Mineral minado**

Por el requerimiento de las operaciones de mina y/o probable diseño de equipos debemos considerar un ancho mínimo de explotación de modo que este sea un mineral económico, en algunos casos como un " XX.xx metros ". Consecuentemente, vetas con menores " XX.xx metros " deberán ser diluidas con roca de caja hasta obtener " XX.xx metros " como ancho de minado.

- **Dilución.**

La Dilución siempre debe ser estimada como un porcentaje de la ley:

<b>Descripción</b>	<b>Error</b>
<i>Error de ensayo</i>	<i>10%</i>
<i>Error de muestreo</i>	<i>5%</i>
<b>Dilución Total</b>	<b>15%</b>

- **Area de Calculo**

Los bloques deben ser ploteados sobre secciones longitudinales para cada veta y esas áreas deben haber sido determinadas por métodos geométricos o por planímetros en el caso de áreas irregulares.

- **Volúmenes de calculo**

El volumen de calculo de cada bloque cubicado será obtenido por multiplicar el promedio horizontal diluido por la respectiva área.

- **Gravedad especifica.**

La gravedad especifica debe ser determinada en forma cuidadosa siguiendo métodos conocidos y de aceptación corriente. Estos valores pueden ser referidos a TMS (Toneladas métricas secas) o TCS (toneladas cortas secas).

La forma final de la incidencia del peso especifico se aprecia en la determinación del peso relativo del mineral suelto, ya que este es el tipo de material que se maneja en todas las operaciones mineras. Aunado al factor de rotura este es afectado por la presencia de otros materiales no estimados en la evaluación de reservas. Nos extenderemos un poco en este aspecto.

Supongamos que determinamos inicialmente el peso especifico insitu de un material con todos los métodos conocidos.

*Caso Inicial*

p.e. (TMS/m <sup>3</sup> )	= 3.1
% H <sub>2</sub> O	= 8.0
% abundamiento	= 70.0
peso del material suelto	= 1.969 TMH/m <sup>3</sup>

*Caso Final*

p.e. (TMS/m <sup>3</sup> )	= 3.5
% H <sub>2</sub> O	= 10.0
% abundamiento	= 60.0
peso del material suelto	= 2.406 TMH/m <sup>3</sup>

*Entre ambos pesos existe una diferencia de 22% que no será perceptible en pequeñas cantidades de material, pero si consideramos grandes volúmenes de este pequeño % se traduce en enormes variaciones de presupuestos operacionales.*

*Supongamos que hemos instalado un sistema de extracción de carga con un volumen constante y peso conocido para una producción de 3000 TMD , durante un año el error de producción esta en el orden de 165,000 Tm equivalente a casi dos meses de producción.*

- **Tonelaje calculado**

El tonelaje calculado debe ser obtenido por multiplicar el volumen in-situ de la reserva de mineral por la gravedad específica.

- **Tarjeta de Procesos computarizada**

El sistema de reservas debe proveer la siguiente información como mínimo:

- φ Muestra y el test de información donde cada muestra es codificada de acuerdo a las condiciones de campo.
- φ Muestra y el test del listado de calculo: calculo de la ley errática, ancho mínimo en el sitio de trabajo, promedio del lado y Dilución.
- φ Listado promedio de los bloques: Promedio por lado y cálculos del tonelaje.

### **1.2.7 Estimación de reservas. ( CUBICACION )**

Después de terminar de estimar las reservas y hacer los correspondientes análisis, el resultado de la información debe ser categorizada con el ancho de Mineral Económico y Mineral marginal de acuerdo a la siguiente clasificación.

- Reservas accesibles
- Reservas eventualmente accesible.
- Reservas inaccesibles.

## **1.3 Desarrollo del proyecto**

Durante toda la Etapa de vida del proyecto, el personal encargado debe en forma independiente evaluar las condiciones del sitio en una especie de retro alimentación para control de las operaciones. Aquí se presentan variables mas allá de las estimadas, de manera tal que su influencia puede en determinado momento incidir en la marcha de la empresa. La medición de los recursos y reserva es solo una estimación y por lo tanto esta siempre sujeta a errores propios de la estimación.

Debemos pues adelantarnos a las circunstancias y/o convivir para encontrarles solución.

Un proyecto tiene muchas formas de empezar y una manera puede ser lo siguiente: (ver tabla N° 1)

**Tabla N° 1**

<b>Nivel de Incertidumbre</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Costo</b>
Orden de Magnitud	15%	15%
Pre-Factibilidad	15%	15%
Factibilidad	10%	10%
Ingeniería Básica	10%	10%
Ingeniería de Detalle	25%	25%
Compras	----	----
Construcción	----	----
Logística	---	---
Control de Cambios	---	---
Inspecciones	---	----
Puesta en marcha	---	----

### 1.3.1 Auditoria Técnica

Las auditorias técnicas abarcan diferentes aspectos:

- ❖ Auditoria Técnica Minera, para los métodos de explotación;
- ❖ Auditoria de Reservas, para verificar la existencia de mineral;
- ❖ Auditoria Metalúrgica, para verificar la obtención de concentrados;
- ❖ Auditoria Legal para ventas, propiedades y otros aspectos;
- ❖ Auditoria ambiental;
- ❖ Auditoria técnica financiera. Etc. y otras

La realización de estos, modelara en gran parte todos los pasos a seguir en la implementación de un proyecto. Así también ayudara a identificar los problemas presentes en la operación cotidiana, conocer los problemas e identificar los impactos negativos dentro del ciclo de producción y daños medio ambientales, es pues de real importancia.

Esta Etapa ayudara a visualizar los conceptos manejados con anterioridad y permitirá a la persona o grupos de personas encargadas de su realización compenetrarse con la problemática actual y mas aun enterarse de los modos que están planteándose las soluciones y de los resultados de campo.

Realizar la auditoria técnica para tratar de entender los problemas y realizar verificaciones de campo reviste vital importancia. La visita al sitio es fundamental dado que la apreciación de los problemas y soluciones no todas pueden ser escritas y/o descritas.

*Una auditoria técnica puede definirse como visita al sitio y emitir un informe preliminar del estado de las cosas previa investigación, intercambio de opiniones y verificaciones a que hubiere lugar, en síntesis emitir un diagnostico de posibilidades o alternativas que se pudieran implementar.*

En algunos proyectos el precio de cotización de los metales se mantiene plano, con un solo valor durante el tiempo de expectativa de vida del proyecto o Mina. Creemos sin embargo sugerir que un buen análisis debe verificar:

- Hitos en el cambio de Precios;
- Entrada en mercado de otras grandes empresas;
- Investigaciones tecnológicas y sucedáneos;
- Consideraciones técnicas, de diseño y ambientales.

La verificación del nivel de reservas con una de auditoría tiene una gran influencia y debería estar claramente marcada en los contratos que se realizan sobre esto. La calidad de los recursos y reservas y la cantidad existentes.

*Hagamos un comentario de evaluación Geológica. En Minas poli-metálicas común en nuestro medio los valores de plata y plomo los mantienen constantes.*



*En profundidad y de acuerdo a los flujos de mineralización existe una gradación controlada por presión y temperatura para deposición de minerales, la investigación al respecto puede encontrarse en la literatura especializada y en este documento no se detallara pero se hace notar que errores como estos son cometidos constantemente, como otros ejemplos podemos citar el cambio de peso específico y densidad aparente del mineral producto de los cambios en la deposición del mineral en profundidad. Tener un error de esta índole conlleva a estimaciones fuera de lugar, las estimaciones para soporte del proyecto estarán sub valoradas .*

### **1.3.2 Orden de Magnitud**

Fijara los Costos y los tiempos de cada una de las alternativas en el nivel de la tabla N° 1 se dan algunos de los valores generalmente aceptados para este tipo de Trabajo.

Toda solución tiene un costo, la imposibilidad durante esta Etapa de tomar y/o determinar muchos de los parámetros incluidos en las alternativas y solo tomando criterios técnicos y datos disponibles a la vista. El examen de todas o muchas alternativas de solución posible, consistirá en que las alternativas y las condiciones de sitio no sean mutuamente excluyentes. En muchos casos la experiencia aconseja estudiar con mediana profundidad no más de tres alternativas y esto dependerá de la experiencia del consultor.

Como ejemplos podemos citar que para Milpo se estableció inicialmente cinco alternativas y para SIMSA, cuatro.

Nivel de Investigación, se realiza puntualmente por la implicancia técnica y financiera, se revisa costos globales en las tendencias y los mercados, existencia de los productos, tiempos probables de entrega, cambios últimos realizados, impactos medio ambientales, aceptación social, adecuación propia al cambio, actitud de los accionistas y directores, y capacidad de manejo del recurso.

### **1.3.3 Pre – Factibilidad**

Analizar la posibilidad Económico - Financiera para la realización del Proyecto.

En esta Etapa se analiza en detalle las aplicaciones y sus resultados económicos para la mejor marcha de la empresa. Los posibles escenarios económicos de los resultados producto de la aplicación de tal ó cuál alternativa. La presencia del recurso, las ventajas y desventajas de la presencia de esos productos en la línea de producción y los premios o castigos que estos involucran.

Aquí debemos investigar a profundidad necesariamente el aspecto económico de la aplicación y de los soportes. Las decisiones en esta etapa son de nivel tal, que permitan ir con seguridad a realizar lo planeado, haciendo preferentemente las

comparaciones de aplicación para las diferentes alternativas ventajas y desventajas en tiempos, costos, seguridad, aceptación, disponibilidad del sistema y adaptación.

#### **1.3.4 Factibilidad**

Si la Etapa anterior es desarrollada con mediana profundidad en algunos aspectos considerados, en esta etapa el nivel de costo versus la capacidad de incurrir en el gasto es la variable más importante.

Existen pues tres campos a investigar:

##### El soporte;

La alternativa escogida; que se cuenta a nivel de recurso de manera tal que el resultado sea necesariamente positivo para la empresa y verificarlo con modelizaciones y simulaciones de los patrones de realización.

Las condiciones de campo son escudriñadas de manera tal que su aplicación no interfiera en las operaciones actuales y la aplicabilidad de la alternativa en un gran % realizable.

Una actualización y revisión de la tecnología de los procesos en realización y de los futuros a aplicar.

La investigación del estado del conocimiento de las posibles personas involucradas para la implementación de estas nuevas acciones deberá ser llevada a cabo para decidir quién o quienes estarán involucrados en las Etapas del desarrollo del proyecto.

Finalmente comparar la contribución de la alternativa escogida a otras posibles de realizar por la empresa; estas pueden ir desde

depositar el dinero en cuenta bancaria a realizar inversiones en otras empresas y no realizar ningún cambio;

- ❖ La forma del gasto, como costo de la alternativa.
- ❖ El soporte. Entendiéndose como la cantidad y calidad del recurso suficiente para permitir en el tiempo la recuperación del capital invertido y las utilidades a la operación. No contar con esta información en los detalles descritos quitaran peso a la oferta de la Factibilidad para los financiamientos y ejecución.

La Alternativa. Esta debe ser tal que permita trabajar con el soporte existente y la capacidad de pago de la empresa, no necesariamente es la más económica ni la de menor tiempo, sino la que financieramente se pueda realizar.

La forma del gasto. Cada empresa realiza su política de gastos de manera particular, pero teniendo en cuenta los indicadores macroeconómicos principales como son, sus niveles de endeudamiento, sus niveles de liquidez y, nivel de activos.

La perfección en el engranaje de estos tres elementos se convierte en la parte más importante para esta etapa del proyecto.

Con la aprobación de la Factibilidad del proyecto, se inicia la fase legal de la construcción, para que los tiempos estimados y los

costos inicialmente presupuestados, con la redacción de documentos preliminares contractuales y de licitación para la ejecución de la Ingeniería de Detalle para construcción.

### **1.3.5 Ingeniería de Detalle**

Todos y cada una de las partes componentes del proyecto debe ser evaluada en la medida necesaria y los planos emitidos con este trabajo teniendo como referencia las cotizaciones preliminares de cada uno de los componentes si hubiera y generando e investigando las que no hubiera. Desde cada perno, pasando por los equipos y sus manuales correspondientes deberá ser establecido para los modos de operación.

Para ayudar en este trabajo debe redactarse un manual de especificaciones técnicas de acuerdo a las normas estandarizadas internacionalmente y de aceptación conocida; aquí deben detallarse los límites permisibles y los rangos de tolerancia para la construcción, también los ensayos para el control de calidad y las formas de proceder en cada caso.

En síntesis la Ingeniería de Detalle tiene tres campos definidos:

- La Calidad;
- La Cantidad;
- Los Costos.

Pueden darse algunas variantes en la Ingeniería de Detalle como ejemplo:

- Para Compra de Todos y cada uno de los elementos;

- Para La construcción y montaje de Todos y cada uno de los equipos, considerando todos los elementos constructivos;
- Para Funcionamiento de los Equipos como conjunto, con sus manuales de operaciones conjuntamente con entrenamiento en las diferentes áreas que se consideren de utilidad.
- Para Verificación de los componentes y sus procedimientos.

Las dos Primeras son las mas comunes en los proyectos pero dependiendo del cambio de tecnología se aplicara las dos siguientes a discreción del supervisor y de los propietarios.

Una ingeniería de Detalle facilitara las Etapas siguientes del proyecto como son las licitaciones y las compras.

### **1.3.6 Etapa de Construcción**

El primer paso serán las licitaciones a diferentes empresas de modo tal que permita escoger una o varias para minimizar los tiempos de ejecución. Aquí las observaciones y los puntos fuertes son:

- Los tiempos de Ejecución;
- Los Costos de Ejecución.

La Literatura del proceso de licitaciones tiene un variado y amplio campo de aplicaciones y sustentaciones y se deberá consultar con la bibliografía especializada sobre el tema.

Existen dos formas comunes de licitar, Técnica y Económica

- Escoger, la alternativa Técnica mas apropiada y luego negociar la parte Económica; ó

- Escoger, por la suma de una serie de factores los dos aspectos técnicos y económicos y la mas alta calificación se hace acreedora del proyecto.

Posterior a la elección de la Constructora, se Puede escoger la Supervisión o antes. Amarrado en este aspecto aparecerá la redacción de Contratos de Construcción, que sirva de documento legal para posibles conflictos dentro de los tiempos de ejecución y los costos involucrados. En este documento las responsabilidades deben estar definidas de todos los entes comprometidos en la construcción. La aceptación del Contrato marcará el inicio de la construcción.

## 2.0 CONTRATOS

### 2.1 Aspectos a Considerar en la ejecución de proyectos

Todo proyecto desde su concepción hasta su realización, llevan vencer una serie de Dificultades y Contratiempos debido a los siguientes aspectos a ser considerados y detallados mas adelante, entre los principales podemos anotar: Cada una de estas debe contar con formatos y cartillas correspondientes.

- ❖ Legal
- ❖ Redacción del Contrato
- ❖ Monedas y forma de Pago
- ❖ Nivel de Información
- ❖ Personal Involucrado
- ❖ Tecnología Ultima
- ❖ Puesta en Marcha
- ❖ Pre Inspección
- ❖ Inspección
- ❖ Post Inspección
- ❖ Garantías, etc.

Todos estos aspectos, detallados y otros que sean convenientes deberán ser DOCUMENTADOS para información y comunicación.



La redacción del Contrato reemplaza todos los acuerdos verbales anteriores.” ***Los acuerdos verbales posteriores no podrán ser introducidos dentro del Contrato.***”

## **2.2 Legal (Declaración Preliminar)**

Todos los pasos para el desarrollo del proyecto deben realizarse mediante documentación escrita por parte de los responsables y en estos documentos (CONTRATO) debe figurar de ser posible todos los Item relevantes considerados al momento de emitir, aceptar y firmar los Contratos. En cada Contrato debe por lo menos figurar lo siguiente:

- ⇒ Personas responsables y autorizadas para la toma de decisiones
- ⇒ Personal en la supervisión y ejecución
- ⇒ Detalle del alcance de la obra
- ⇒ Tiempos de ejecución aceptados
- ⇒ Precios unitarios o globales y formas de pagos por rubros
- ⇒ Alcance del Trabajo
- ⇒ Premios y Castigos

La legalidad aquí descrita se refiere a la realización Técnica del trabajo (buenas practicas), de manera tal que el trabajo en si mismo sea enmarcado dentro de los alcances y legislación vigente y pertinente en la zona o país dónde se realice.

## **2.3 La Redacción del Contrato**

Los contratos como se describe en las líneas anteriores serán redactados y revisados por especialistas técnicos y especialistas legales; de manera tal que sus implicancias se enmarque definitivamente dentro de la legislación y de ser posible estar debajo de los límites permisibles establecidos para las implicancias Medio Ambientales. En muchos contratos es obligatoria la introducción como parte contractual la definición detallada de las Especificaciones Técnicas de los materiales utilizados y de los productos obtenidos, para ello será necesaria la aplicación de las normas internacionales que existen para cada caso, cómo por ejemplo: ASTM, ASCI, Normas ISO, etc. Y legislación vigente más actualizada de otros Países.

### **2.3.1 Monedas y forma de Pago**

En los tiempos modernos también se hará necesaria, especificar las monedas correspondientes para los pagos y algunas salvedades para los tipos de cambio de una y otra moneda contemplada en la redacción del contrato. La forma de hacer los pagos en una y otra dirección así cómo los descuentos que hubiere lugar fijando los tiempos, los intereses con las tasas de referencia de algunas instituciones reconocidas.

### **2.3.2 Nivel de Información**

En los reportes, producto del trabajo realizado debe especificarse claramente que información (DATOS) han sido verificados por , y que datos han sido proporcionados por otros involucrados en el proyecto, este detalle se hace muy importante para al final deslindar responsabilidades de los productos obtenidos en la ejecución del trabajo. *De ser posible y cuándo las circunstancias lo requieran por la magnitud involucrada los datos proporcionados por otros, deberá ser verificada.*

### **2.3.3 Personal Involucrado**

Todas las personas que intervienen para la ejecución de un proyecto con un nivel de responsabilidad en la toma de decisiones, deben figurar en los documentos.

### **2.3.4 El conocimiento y la comunicación**

La obra y cada una de las partes constituyentes deben ser conocidas por las personas que toman las decisiones y realizan las coordinaciones fuera del ámbito del Proyecto mediante las comunicaciones escritas en sus diferentes formas contempladas en la redacción del contrato. También debe incluirse párrafos sobre comunicaciones fuera y dentro de la empresa , de algunos detalles considerados de valor particular para la empresa, con una *Declaración de Confidencialidad*.

### **2.3.5 Los Cronogramas del Proyectos**

En todo negocio se manejan variables dependientes de tiempo y dinero, convendrá definir los tiempos de ejecución, las fechas de comienzo y fin de actividades y las holguras correspondientes para efectos de control del proyecto.

### **2.3.6 Ultima Tecnología**

Si así lo creen los propietarios y los ejecutores del proyecto; estos deben emplear la tecnología mas avanzada posible de ser aplicada y debe en todos los casos especificarse y definirse los alcances en las diferentes fases del proyecto

### **2.3.7 Puesta en Marcha**

Las metas y los tiempos en funcionamiento para alcanzar las mismas deben figurar claramente en la redacción del contrato; estas deben estar fijadas durante los desarrollos de las actividades de factibilidad del proyecto y en algún otro documento donde se hubiera especificado las metas a alcanzar durante el funcionamiento de la obra

### **2.3.8 Pre Inspección**

Antes de la puesta en marcha se hará una inspección en marcha blanca o sin carga de trabajo de manera tal que se verifiquen las condiciones de funcionamiento de las partes y se hallan cumplido las especificaciones técnicas; esto evitara demoras y daños a la propiedad, se hace pues vital que figure en los documentos contractuales.

### **2.3.9 Inspección**

Incluyendo el arranque, y durante el funcionamiento, esta debe ser hecha en base a Especificaciones Técnicas incluidas como parte de el Contrato y documentadas al momento de la recepción.

### **2.3.10 Post Inspección**

Una posterior inspección, de manera que el operador cumpla con las recomendaciones hechas por los fabricantes y los ejecutores de la Ingeniería.

### **2.3.11 Garantías**

Los equipos en funcionamiento, así como el sistema ejecutado debe contar con garantía por el tiempo de vida útil, para esto existen variadas formas y una podrá ser tomar un seguro de todo riesgo o exigir a los integrantes de los grupos de Ingeniería y

construcción la toma de seguros correspondientes y asegurar  
ellos mismos la obra realizada.

### **3 REGLAS PRACTICAS EN LA INDUSTRIA MINERA**

#### **3.1 INTRODUCCION**

Adjunto presentamos una lista de mas de 250 reglas práctica, conseguidas en 20 años de servicio en la industria minera y firmas y autores predecesoras. Estamos proveyendo estas reglas practicas en un intento de ayuda para la industria minera.

Nuestro objetivo en producir (recopilar) estas reglas es como un regalo a la industria minera por darnos y ser nuestra fuente de ingresos por muchos años en la industria minera, la sustancia de nuestro negocio y proveer empleo para todos los miembros de estos equipos.

#### **3.2 HISTORIA**

Las reglas practican constituyen solas un cuerpo del conocimiento minero a través de múltiples disciplinas de ciencias e ingeniería envueltas.

AGRICOLA, la primera metodología de la industria minera en los años seiscientos, ha elaborado el libro intitulado *De Re Metálica*, él expuso sus estándares y principios y proveyó las reglas practicas de la minería, concentración y refinería. El párrafo siguiente provee un ejemplo de cómo la industria minera depende de las reglas practicas a través del tiempo:

*"Ahora cuando un minero halla una vena profunda, él empieza excavando dos pozos para comprender que pasa en el cuerpo, dos tercios del ancho y trece de profundidad".*

Mas de trescientos años mas tarde, en 1891, la real comisión de recursos minerales de Ontario, en Canadá, Comprobó que esto era cierto *"las reglas practicas de la industria minera son en gran medida suficiente". Ellos probablemente nunca imaginaron que cientos de años mas tarde esas reglas no continuarían empleándose, pero ellos retuvieron lo fundamental de las reglas en el sector.*

¿Qué es una Regla Practica?. Una definición es necesaria para dar una buena explicación a la industria minera. G. Wester define una Regla practica como lo siguiente:

- 1) *" Una aproximación General, proceder con una regla depende de la experiencia o de la practica, como frente a un problema específico, cálculos científicos o aproximados".*
- 2) *" Un grueso y practico método de proceder".*

Así como nosotros hemos compilado la lista adjunta, nosotros sugerimos con objetividad muchas de estas reglas. Esta es una oración de " Reglas Practicas" o ¿ esta es un simple argumento de opinión? . Nosotros hemos decidido últimamente, algunas objetividades y también hemos incluido nuestras propias definiciones a las Reglas Practicas.

### **3.3 DEFINICION DE REGLAS PRACTICAS**

*Para la industria minera, una regla practica es un estándar empírico. Esto podría ser definido mas adelante como una pragmática guía o " nombre" relativo mas al arte que a la ciencia de la minería. Una regla mayor es para proveer una perspectiva requerida para una practica*



*asegurada con conceptos y diseños, y para hallar soluciones pragmáticas para los problemas diarios de operación.*

### **3.4 REGLAS PRACTICAS, Distinguiendo Definiciones**

Estas basadas en la proximidad de la definición y separadas de otros interesantes factores y opiniones, nosotros hemos determinado que las reglas practicas generalmente contienen una distinguible característica. Luego de desarrollar estas características dentro de un juego de preguntas, luego podemos ser usadas como un tamiz para la calificación de la regla practica.

- ¿La regla practica contiene un valor o cantidad especifica, como tiempo, costo, peso, temperatura, distancia, velocidad etc.?
- ¿Esta puede ser usada como una aplicación practica?
- ¿Esta regla esta basada en identificable y repetibles experiencias?
- ¿Esta regla es de procedimiento natural y relativamente independiente de otras variables y condiciones?
- ¿Esta regla pone adelante y defiende la calificación de la experiencia de calificación practicada en la industria minera?
- ¿Esta regla puede ser verificada por otras practicas a través de revisiones de ejemplos históricos de soporte de los principios bajo consideración?

Hoy en día en la industria minera, con problemas de diseño, construcción, y operaciones que aparecen cada día. Esta tiene que ser resueltas prontamente. Usualmente, una respuesta aproximada a la cuestión planteada y todo eso requiere determinar una solución aceptable.

Después que los participantes no siempre han usado lo realizado por las Reglas Practicas para desarrollar un diseño o desperfectos de un problema. Esto es una de las razones que nosotros no atribuimos como de mucho valor como debería ser.

El diseño conceptual de una mina es un ejemplo de procesos iterativos. Usando la prueba y error, se asume que eventualmente nos proveerá resultados, pero este procedimiento es lento y tedioso. Una más eficiente forma es romper el circulo vicioso; empleando las reglas practicas como una forma de asumir resultados. Así las Reglas Practicas empleadas dan una gran ventaja en la preparación una factibilidad de mina y para hacer los reportes y en otras formas como para asumir topes o maneras de control en programas de PLC.

Cuando se llega al tiempo del diseño final o de la construcción las reglas practicas no son sustituidas por voces practicas de ingeniería. Por ejemplo, una regla practica del estado es: "*Un pique no será localizado a una distancia menor que 60 m que el borde de un Open Pit*". Al final tres casos históricos existen para ejecutar un pique a menor distancia, solo para hallar mas tarde que este fue demasiado cerca del Pit. En dos casos, la protección del concreto en un pique circular fue dañada por movimientos del subsuelo y eventualmente abandonados como izaje y retenidos solo como conductos de ventilación. En el tercer caso la poca distancia al Pit, daño considerablemente el collar del Pique. La planta en superficie fue salvada eventualmente del colapso usando muy caros remedios como medidas urgentes.

Como hemos notado líneas arribas, la pared del Pit puede ser mejorada usando las reglas Practicas. Así también algunas reglas Practicas suenan como controversias, ambivalente o algunas veces

contradictorias. Un significativo esfuerzo se ha hecho para que estas no suenen como reglas en esta lista. Pero eso no asegura la absoluta certeza de la regla practica presentada. Muchas de las reglas practicas han sido desarrolladas en el conocimiento experto y modelos computacionales. En una simulación de los procesos de diseño estas copias son sentidas por los expertos y diseñadores como una forma de mejorar las eficiencias, más veloces que los no especialistas. Las complejas decisiones hechas por los diseñadores podrían ser rotas mas adelante dentro de un conjunto de reglas. Estos formatos podrán ser usados en conjunto con una base de datos para ejecutar algoritmos con el trabajo y uso de las computadoras. La necesidad de compilar las reglas practica y en un esfuerzo de la programación proveen un beneficio efectivo hallado de forzar la validez de los rangos y la aproximación de cada regla Practica empleada.

Nosotros vemos que las contribuciones, para expandir estas listas y otras contribuciones pueden esperar para avisar de algunas "correcciones" que podrían ser hechas. Cualquier regla puede ser gratamente recibida e incluida en esta lista pero será cuidadosamente examinada para su adición.

Nosotros entendemos que estas reglas pueden ser usadas a lo largo del mundo de la industria minera.

*ANOTACION IMPORTANTE*

*Como se hace notar mas arriba, la función primaria de un a regla practica podrá ser usada para un diseño conceptual y estudios de factibilidad o cuando una rápida decisión es necesaria de tomar en los problemas diarios de la operación, a través de una respuesta aproximada. Derivar la solución a través de una regla practica como una manera de resolver inmediatamente el problema, no sustituye la aplicación de la ciencia de ingeniería y la metodología de los diseños. Nosotros creemos que estas proveen una gran utilidad en al industria minera, pero esto garantiza la validez universal y no haremos referencias individuales para aceptar la responsabilidad en la aplicación de esta regla por otros. Donde han sido posible las referencias individuales, como fuente de información ha sido incluida y para ellos será incluido el crédito de la misma. Donde ha sido posible, nuestra cuota directa ha sido incluida como referencia individual. Algunas reglas pueden ser demostradas y se cuentan con la compilación de los cálculos, así como de las correcciones hechas.*

### 3.5 Algunas Reglas Practicas

#### Exploración, Geología y Reservas

1. **Descubrimiento** Si tomamos unos 25,000 derechos mineros y 500 de ellos Hechos con perforación diamantina, solo uno de ellos será una mina. En el campo Peruano, un nuevo descubrimiento será más grato hallarlo en la zona de sierra que en la zona costera, hecho un mapeo regional esto parece confirmarlo
2. **Costos.** La suma de los gastos en exploración diamantina, para propósito de medida de reservas podría ser aproximada al 2% del valor grueso del mineral encontrado.  
Fuente: Joe Gerden
3. **Costos.** La inversión en una reserva puede estar en el orden de 2,0 \$ US por tonelada, para dar una calificación apropiada de “reservas”.
4. **Ocurrencia.** La ocurrencia de yacimiento de sulfuros masivos, típicamente ocurre en un distrito teniendo como diámetro aproximado 32 Km. En promedio cada distrito contienen 12 depósitos todos ellos juntos y contienen en conjunto 5 millones de toneladas de metal. Clasificados en orden de magnitud, él deposito más grande contiene las 2/3 partes del metal y el segundo 1/7. Fuente: D.F. Stranger
5. **Reservas.** Para determinar las reservas inferidas o posibles, es una practica común asumir que el mineral se extiende para una distancia final, a la mitad de la profundización medida desde la base. Otra regla es que la distancia horizontal más grande es la mitad entre el tope mas alto y la base. Fuente: Mc Kinstry.
6. **Recurso.** Los metales bases de las minas del Perú y Canadá, son hallados frecuentemente en una zona mineralógica como indicadores de la profundidad. Al tope la galena y la esfalerita son predominantes, al medio la chalcopirita y pirita aparecen con significancia, en la base del yacimiento aparece pirita y magnetita con desplazamiento de la Mineralización económica.
7. **Recurso.** En un yacimiento de Oro, la suma de la Plata y el Oro es un indicador de la profundidad del yacimiento. Depósitos ocultos, contienen relativamente alto contenido de Plata y profundizan teniendo una mayor consistencia en Mineralización.

## Mecánica de Rocas

8. **Presiones Subterráneas.** En rocas competentes, la tensión de la roca es linealmente dependiente como una función directa de la capa de roca superior, esta es para rocas de cuarzo feldespato, con una gravedad específica de 2,65 TMS/m<sup>3</sup>. Promedio de la gradiente de presión vertical =  $2.65 / 102 = 0,0260$  Mpa/m, o igual  $2.65 \times 62,4/144 = 1,15$  PSI /pie. Fuente: G. Herget
9. **Presiones Subterráneas.** - En mecánica de roca, el esfuerzo vertical, puede ser referido al esfuerzo gravitacional, esfuerzo litológico o esfuerzo de la cobertura.
10. **Presiones Subterráneas.** En rocas competentes, el esfuerzo horizontal excede al esfuerzo vertical en minas ahora observadas. Este decrece hasta un a profundidad de 700m, el rateo es aprox. 1:1,5 y a una profundidad de 3,000m decrece hasta convertirse igual al esfuerzo vertical.
11. **Presiones subterráneas.** En una típica mina de roca del precámbrico, el esfuerzo principal (máxima componente horizontal) excede al menor esfuerzo (minima componente horizontal) de 20% a 30 %. Fuente: Varias Fuentes
12. **Presiones subterráneas.** En rocas duras del campo Canadiense el azimut del esfuerzo principal tiene una tendencia típica de Este a NNE. La orientación del azimut es no necesariamente uniforme con la profundidad, frecuentemente es hallada como una rotación horizontalmente. Esta es una de las razones porque un pique ovalado o elíptico no es considerado. Fuente: Jim Redpath.
13. **Presiones Subterráneas.-** Separando las ocurrencias, la resistencia hallada en los testigos de Diamond Drill son generalmente la mitad del esfuerzo de compresión de la roca. La delgadez de un disco de testigos de Diamond Drill, significa un alto esfuerzo de compresión subterráneo. Fuente: Moss, Allan, Obert & Stephenson.
14. **Diseño de Pilares.-** Un mínimo factor de seguridad de 1,2 a 1,5 es empleado para diseñar pilares rígidos en rocas competentes. Fuente: Varias Fuentes.
15. **Diseño de pilares.-** Para propósitos de diseños de pilares en roca competente, el esfuerzo uniaxial comprensivo del testigo será reducido entre 20% a 30% para obtener el verdadero valor en interior mina. Este valor reducido podrá ser utilizado cuando se calcula las resistencias de pilares en roca dura en formulas relativas al esfuerzo de compresión alto del pilar y ancho. Fuente: Formulas de Salomon y Headley, colaboración de C.L. de John .

16. **Soporte subterráneo.**- Un perno mecánico instalado a 30° de la perpendicular solo provee un 25% de la tensión producida por un perno igualmente equivalente en torque a la cara perpendicular de la roca, cuando una cabeza esférica es empleada.
17. **Soporte subterráneo.**- Por cada pie de perno de fricción (split set ) 01 tonelada de carga puede ser soportada.
18. **Desarrollo de minas.**- El ancho de una zona disturbada alrededor de un Pique circular puede ser ocasionado por un taladro perforado y detonado de aproximadamente a la tercera parte del radio de excavación del pique. Fuente: J.F. Abel
19. **Acceso Principal.**- Cuando un acceso se hace cercano desde la superficie para equipo trackless, se debe considerar un sesgo en la dirección principal para no afectar la visibilidad de los operadores y equipos.

### Métodos de minado.

20. **Selección del Método.**- El conocimiento Geológico del yacimiento, es la herramienta mas importante para seleccionar el mejor método de minado.
21. **Selección del método.**- Un cuerpo de poca inclinación (Plano) puede ser minado por voladura de taladros largos (Long Hole Drill) cuando excede en altura los 30 m, para otros casos es mejor utilizar el de Cámaras y Pilares. Fuente: J. Foliase
22. **Inclinación.**- El mineral no deslizará en inclinaciones menores de 50° con al horizontal. Fuente: Fredd Nabb
23. **Inclinación.**- Cuando un cuerpo de mineral no puede ser determinado apropiadamente en un dibujo, la zona superior o caja techo y la zona inferior o caja piso , se dejará inevitablemente mineral sin explotarse o recuperarse adecuadamente. Fuente: Chen & Boskow
24. **Inclinación.**- Si la inclinación del cuerpo es menor que 60°, algunos Draw Point mejoraran la extracción pero no significativamente.
25. **Desarrollo de Tajos.**- El numero de tajos planeados solo proporcionaran entre 70% a 80% de la producción diaria. Será necesario tener tajos de repuestos en caso ocurriera un inesperado evento, para ser manejable la ley esperada en la planta de tratamiento metalúrgica. Fuente: John Folinsbee
26. **Ancho de mineral.**- El Método de Long Hole Drill puede ser empleado en mineral mas ancho que 3m. Fuente: R.W.D. Clark

27. **Draw Points.**- Los Draw Points en al caja piso pueden quedar mas tarde muy lejos del mineral tal como 15m al final, en una buena decisión de minado. Los niveles de extracción no deben ser planeados mas cerca que 23m y en minas más grandes estas no deben ser menores a 30m.
28. **Ore Passes.**- Los Ore Passes podrán ser planeados cada 500 pies y los de desmonte cada 700 pies alineados con los Draw Points de la galería para una extracción hecha con LHD.

### Proyecto Previo de Minado.

29. **Pique de Producción vs. Faja o rampa con camiones.** - Pequeños yacimiento de minerales podrán ser económicamente minados en forma seria por rampas y camiones en una distancia vertical hasta no más de 500m. Fuente: Ernie Yuskiw.
30. **Pique de Producción vs. Faja o rampa con camiones.**- Un yacimiento mediano (dice 4,0 millones de toneladas) podrá ser económicamente explotado por rampas y camiones a una profundidad no mas de 250m. Fuente: Ernie Yuskiw.
31. **Equipos Trackless.**- El mejor diseño de equipos debe considerar un perfecto acoplamiento de la flota, los equipos de perforación, los equipos de transporte y acarreo deben complementarse, esto minimizara los costos y los tiempos.
32. **Pique de Producción vs. Faja o rampa con camiones.**- En una buena minería, para producciones de menores que 1,0 millón de toneladas al año, el uso de camiones o faja es una buena alternativa respecto a un Pique de producción hasta profundidades menores a 300m. Fuente: G.G. Northcote.
33. **Profundización de Pique.**- Se hace posible si las reservas minerales son por lo menos 1,800 días de producción. Fuente: Alan O'hara.
34. **Inclinados para Profundización.**- Es una buena alternativa si se emplean todos los aditamentos de seguridad de un Pique vertical.
35. **Previo diseño subterráneo.**- Una faja es usualmente la forma más económica de transportar la producción de una mina mas allá de 5,000 TMD.
36. **Previo diseño subterráneo.**- Como una regla. Una faja transportadora es más económica la operación si la distancia es mayor de 1,0 Km. Fuente: Heinz Altoff



37. **Infraestructura.-** Un taller de servicio en un Open Pit puede ser ubicado entre la zona de carga y la zona de descarga. Fuente: Cass Atkinson
38. **Infraestructura.-** El bombeo de agua es mas fácil y económico que transportar mineral. Fuente: Peele

### **Ingeniería Ambiental.**

39. **Impacto ambiental.-** El costo del impacto ambiental (incluido el monitoreo de la línea de base y estudios específicos previamente medidos) puede ser aprox. 2.5% del costo total del capital de pre-operación, para una minería convencional en el País. En algunos casos se puede incrementar en un adicional del 2%, entendiéndose este como un caso sensitivo de medio ambiente. En caso de tomarse mas tarde. los costos pueden sufrir a futuro muy alto incremento en caso se llegue a un fuero judicial. Fuente: R.W. Corkery.
40. **Diseño Previo.-** Si la concentradora es localizada cerca de la salida o cabeza de una mina, esta reduce el impacto ambiental y los costos. El bombeo de las colas es limpio, y disminuye los disturbios en otros terrenos y es mas barato que transportar esto con camiones a una distancia similar. Cuando el bombeo de agua y acarreo es considerado hacia la planta concentradora los argumentos a favor de estos es muy difícil de defender. La regla practica consistirá en reforzar los argumentos en el caso de que el laboreo subterráneo utilice una buena porción de relleno hidráulico o relleno en pasta. Fuente: Edgar Köster.
41. **Diseño Previo.-** Las oficinas de la administración de las minas deben ser localizadas lo mas cerca posible a la cabeza de la mina, esto disminuye las zonas disturbadas , mejora las comunicaciones y reduce los tiempos de tránsito. Fuente: Brian Calver.
42. **Diseño Previo.-** El centro de gravedad de la mina, no es definido por la planta concentradora, sino por los bloques de mineral encontrados como una estimación de recursos y reservas Fuente: G. Mayor
43. **Diseño Previo.-** Cuando una mina tiene incorporado la infraestructura en un campo, este debería ser cerrado como una regla práctica, para minimizar los impactos ambientales y el transito por zonas agrícolas, disminuyendo el área, se disminuye impactos medio ambientales, se acortan los tiempos de viaje y se reduce los costos. Fuente: George Greer.
44. **Sitios de drenaje y protección de Fondos.-** Las cunetas que protegen las zonas industriales de una mina deben ser diseñados teniendo en consideración los picos altos de avenida en 100 años y los registros de tormentas en 24 horas.

45. **Sitios de drenaje y protección de Fondos.**- Los diques de diseños para soportar casos de emergencia deben ser diseñados para tomar el 100% de la capacidad del tanque mas 10% de la capacidad remanente del mismo tanque.  
Fuente: George Greer.
46. **Agua Adicional.**- Un taladro diamantino puede ser utilizado como fuente de apagar incendios si tiene un caudal mínimo de 40 USGPM y este es demostrado en épocas de sequía durante por lo menos dos horas de bombeo. varias Fuentes
47. **Agua Adicional.**- Se puede adicionar al agua 2,0 mg/litro de cloro a una fuente de agua para lograr que sea potable y apta para consumo humano. Fuente: Ministerio de salud de Ontario, Canadá.
48. **Supresión de polvo.**- Las partículas de mineral provenientes del transporte, mayores a 10 micras pueden no quedarse en suspensión. Fuente: Howard Goodfellow.
49. **Cierre de minas.**- Cualquier superficie de concreto estructural hecha en superficie de una mina o adicionado a una existente debe tener conductos (huecos) que permitan colocar explosivos para facilitar su demolición final. Fuente: Peter R. Jones.

### Estudios de Factibilidad.

50. **Rango de Producción.**- El rango de producción puede ser aproximado a la ley de Taylor. La óptima extracción =  $5 X (\text{reservas esperadas TM})^{3/4} / (\text{días de operación al año})$ .
51. **Costos de Operación.**- Los costos de operación no deberían ser mas de la mitad del valor de los metales finos recuperados.
52. **Flujo de Capital.**- El flujo de caja final debería ser suficiente para pagar el doble de los costos de capital. Fuente: L.D. Smith
53. **Flujo de Capital.**- Los gastos del proyecto deben ser calculados para ser pagados antes que se consuman la mitad del total de las reservas conocidas. Fuente: G.R. Castle
54. **Flujo de Capital.**- Las proyecciones incrementales del flujo de fondos puede ser hecha al final del pago de los gastos hasta en 150% para cualquier cronograma durante cualquier tiempo. Fuente: G.R. Castle
55. **Capital de trabajo.**- El capital de trabajo estimado en algún tiempo debe ser igual al costo de operación de tres meses. Esto no es suficiente para remotas minas donde el capital de trabajo requerido será cerrar la mina durante tres meses.  
Fuente: Doug Stirling.

## **Economía Minera.**

56. **Precios de los Metales.-** En un largo período de tiempo el precio de los metales bases y de resguardo son hasta 1,5 veces el promedio de los costos de operación. Fuente: Sir Ronald Prain.
57. **Precios de los Metales.-** Para tomar el precio de los metales como referencia, los precios de venta no son predecibles y lo es también el mercado de los metales, El proceso de optimización tradicional es regresar mejorando el máximo retorno de la inversión, basado en un presumible precio de los metales. Esta medida es no realmente la mejor; Una mejor aproximación es regresar tomando como producir metal al mas bajo costo posible que otras minas así reducimos el riesgo de perder todas las inversiones. Esta consideración podría involucrar mucho riesgo en el manejo de la producción selectiva y las leyes de corte. Fuente: Warren Buffet y Otros.
58. **Precios de los Metales.-** Una mina puede ser cerrada (básicamente Stand By) si las ventas caen por debajo del 90% de los costos de operación durante un período de tres meses. Fuente: Bruce Cavender.

## **Estimación de Costos.**

59. **Estimado De Costos.-** Los Costos directos pueden ser tomados hasta en un 60% de los costos totales estimados. Fuente: King Roger.
60. **Costos De Estudios De Factibilidad.-** Los costos de un estudio de Factibilidad Bancable pueden ser de 2,0% hasta 2,5% del total del proyecto. Si el costo involucra dentro de sí mismo perforación, ensayes, pruebas metalúrgicas, investigaciones geotécnicas, etc. Estos serán adicionados a los costos directos e indirectos del proyecto en sí. Fuente: R.S. Frew
61. **Estimación de Presupuestos.-** Un 15% debe ser adicionado al precio del contratista para un proyecto minero a la contabilidad a cláusulas relativas a desmejoras en trabajo extra, demoras, condiciones de terreno, sobre rotura, concretado de cimentaciones y paredes, desagües, derechos y otros temas no considerados.
62. **Ingeniería de Compras, Construcción y Gerencia (EPCM).-** El costo de un EPCM debe ser del orden de 17% de todos los trabajos de construcción en superficie y subterráneo y un 5% de los desarrollos mineros.
63. **Sobre Rotura.-** La suma de la sobre excavación cercana a la roca o concreto pobre puede ser estimado aprox. En

promedio hasta en 01 pie en esa dirección mas hacia los lados, las esquinas y en zonas de roca pobre.

64. **Sobre Rotura.-** En promedio por cada metro cúbico de concreto medido para colocar en el limite de las líneas de diseño se necesitan dos metros cúbicos para trabajo subterráneo, hecho por la sobre rotura y por el desmonte.
65. **Acarreo.-** La longitud de recorrido con carga (tramo económico) para un scoop de 5,0 yardas cúbicas es de 500 pies y para 8,0 yardas cúbicas de 800 pies.
66. **Misceláneos.-** Los costos de instalar una faja transportadora son iguales a los costos de la galería o inclinado donde será colocada esta.
67. **Misceláneos.** La producción de una minería de Trackless se mueve alrededor de la hora (reloj); los costos son más bajos en jornales por cada equipo mayor moviéndose de toda la flota. Fuente: Bob Dengler.
68. **Misceláneos.** En promedio por cada metro cúbico de concreto utilizado en los bordes de un dibujo se utilizan 60 Kg. de acero y 1,5 m<sup>2</sup> de encofrado.
69. **Misceláneos.-** Si el concreto lanzado es requerido, conviene evaluar el shotcrete húmedo vs. Shotcrete seco, la diferencia de costos puede ser hasta 60% en la aplicación prevista. Fuente R. Salas
70. **Misceláneos.-** Para el costeo en la aplicación de shotcrete, debemos tener mucho control de voladura
71. **Misceláneos.-** En labores anteriores, cuando se va a colocar shotcrete, se deberá tener cuidado en la evaluación de los contornos, estos pueden ir hasta 200% de la superficie a recubrir. Fuente G. Von Gordon
72. **Misceláneos.** Para todo avance de Trackless se necesita incrementar en 30% las unidades de producción y disminuir en 15% los costos del contratista cuando existen frentes opcionales y posibles dobles. Fuente: Bruce Lang
73. **Misceláneos.-** Los costos de ampliación horizontal, para una minería de Trackless, es el 75% de los costos del avance medido en forma volumétrica.
74. **Misceláneos.-** Para una operación de minería subterránea, los costos de energía eléctrica de la planta concentradora pueden llegar a ser aproximadamente el 35% del total de los costos eléctricos de la mina. Fuente: Fred Nabb

## Seguridad

75. **Operadores.** Un examen medico anual, se recomienda para todo el personal, La instrucción antes y durante el

desempeño de las labores es muy importante, en un Pique no se esta para aprender. Fuente: Reglamento de seguridad de Ontario

76. **Caída de Objetos.** Una buena practica y un cabal cumplimiento de los reglamentos evitara los incidentes mas frecuentes durante la construcción.
77. **Rampas.** El deslizamiento de equipos en rampas mayores de 9% es frecuente, un entrenamiento adecuado se hace necesario
78. **Misceláneos.** Definir y aplicar el sostenimiento adecuado, como refuerzo adicional a la roca circundante es necesario y debe definirse con el ciclo completo de trabajo. Evitar demoras adicionales por estallido de roca u otros deslizamientos afectara en gran manera los costos y los tiempos de ejecución.
79. **Refuerzo adicional.** Toda labor de profundización necesita refuerzo adicional, para profundidades mayor de 100m
80. **Ventilación.** La ventilación impelente con presión positiva ayudara a mantener la roca al disminuir la presión de poros y la gradiente hidráulica.
81. **Roca Circundante.** El cambio litológico es mas pronunciado en la dirección vertical
82. **Roca Circundante.** La resistencia de la roca varia con la profundidad por ser mas dependiente de la altura que de la densidad.
83. **Tuberías.** No usar tuberías de plástico debe respetarse para las labores de profundización, en especial para la construcción de piques o de labores inclinadas mayores de 15%.
84. **Inspecciones.** Todos los equipos móviles (izaje) y sus elementos deben revisarse diariamente por personal especializado y se deben escribir y reportar.
85. **Comunicaciones.** Una buena comunicación debe estar instalada en forma permanente entre los operadores del fondo y los operadores de izaje. Se debe hacer una prueba antes de cada maniobra o cambio de actividad.
86. **Voladura.** Siempre se hará la voladura desde fuera de las excavaciones.
87. **Instalaciones eléctricas.** El cableado debe estar en permanente observación para mantener el aislamiento necesario.

## Diseño de Piques.

88. **Profundidad del pique.** Para la minería Canadiense un pique rectangular de madera es conveniente hasta una profundidad de 2,000 pies. De 2,000 a 4,000 pies es indiferente, para más grandes profundidades este no debe ser empleado en ningún caso. Fuente: Bob Brown.
89. **Orientación del Pique.** El eje longitudinal de un pique rectangular debe ser orientado perpendicularmente (normal) a la dirección de la profundización del cuerpo mineralizado. Fuente: Ron Hafidson.
90. **Refuerzo de concreto.** El refuerzo de concreto (anillo de concreto) en un pique circular desarrolla grandes resistencias como lo indica las muestras estándares de cilindros de concreto, porque es lateralmente comprimido. Un test tri-axial indica un incremento del orden de 20%. Fuente: Witold Ostrowski.
91. **Refuerzo de concreto.** La presión del cuál la lechada de concreto toma a través del anillo de concreto no excederá 50 psi. En el collar del pique cerca de la superficie y a una profundidad tal que no incremente con la presión hidrostática mas allá de 25%. Fuente: Peter Grant.
92. **Guías del Pique.** Para propósitos de diseño, la deflexión calculada de la manera no excederá 1/400 y en las guías de acero 1/700 para una abertura expuesta entre los juegos de cuadros (set) que soportan estos. Fuente: Estándares Técnicos Alemanes.
93. **Guías del Pique.** En un Pique inclinado, las guías son requeridas para el balde de transporte y jaula de pasajeros, para prevenir el descarrilamiento para los casos que la inclinación de las guías exceda 70° con la horizontal.
94. **Cuadros de Pique.** Muestreos monitoreados por la Universidad de Mc Gill han indicado que las vigas rectangulares (HSS) tienen una resistencia del 52% (al paso del aire) que un miembro estructural tipo viga I. Fuente: Bar Thompson.
95. **Estaciones de Pique.** Para un horizonte de la mina el intervalo nominal puede ser de 150 pies a 200 pies con una rampa completa de accesos al cuerpo mineralizado este intervalo nominal puede ser más grande, tal como 400 pies.
96. **Estaciones de Pique.-** Para horizontes lejanos de la zona mineralizada los accesos no son requeridos, pero sub estaciones pueden ser construidas cada 1000 pies, porque esta es una buena distancia para seguridad de los soportes de acero de las armaduras de los cuadros de acero y también de los soportes de los cables conductores (tipo TECK). Fuente: Jim Bernas.

97. **Estaciones de Pique.**- Lejos de los horizontes mineralizados las estaciones del pique no necesitan acceso, pero necesitan estaciones intermedias de bombeo, construidas cada 2,500 pies aproximadamente, típicos son cada 2000 pies cuando el desagüe del pique es hecho con bombas centrifugas. Ellas podrían ser necesarias para el desarrollo del pique. Siempre muchas minas usan bombas de desplazamiento positivo para un drenaje más efectivo.
98. **Estaciones de Pique.** La profundidad mínima de la primera estación podrá ser cortada a no menos de 40 pies. Fuente: Bob Dengler.
99. **Aberturas entre elementos del Pique.** Para un sistema que emplea guías fijas de acero, la luz mínima entre el convoy (jaula y/o skip) y la zona de obstrucción (paredes y divisores del pique) no será menor que 1 1/2 " para compartimentos rectangulares y de 2,0" en cualquier otro caso.
100. **Aberturas entre elementos del Pique.** Para un sistema que emplea guías fijas de madera, la luz mínima entre el convoy (jaula y/o Skip) y la zona de obstrucción (paredes y divisores del pique) no será menor que 2,5 " para compartimentos rectangulares, para cualquier otro caso, no menor a 3,0".
101. **Aberturas entre elementos del Pique.** Para un sistema de cable Guía, la luz mínima entre el convoy (jaula y/o Skip) y la zona de obstrucción (paredes y divisores del pique) no será menor que 12,0 " para compartimentos rectangulares, para cualquier otro caso, no menor a 20,0". Esta distancia puede ser disminuida en caso de que estos cables puedan ser engrasados. Fuente: George Delarme.
102. **Aberturas entre elementos del Pique.** La luz de lado a lado entre el pie del skip y la guía será diseñada con 1/4" y no debe exceder en 3/8" en la operación. La luz total de cara a cara de las guías será de 1/2" a 5/8" y no debe ser mas allá de 3/4".
103. **Fondo del Pique.** Para todo buen diseño de skip en un sistema de izaje, la suma del material que se cae es igual al 1/2% del tonelaje izado (esta regla practica esta basada en las interpretaciones de campo llevadas y medidas en 08 minas, donde típicamente la medida del mineral caído estaba entre 1/4% y 1,0% del tonelaje izado)
104. **Pique de Madera.** El clásico tres compartimento de piques de madera empleando un Winche de izaje para skip y jaula es normalmente satisfactorio para una producción superior a 1,000 TMD, También hay pocos casos que ambos ratios han sido superados.

105. **Pique de Madera.** Para un Pique de madera, la dimensión mínima entre la madera y el espacio de la roca debe ser 6,0".  
Fuente: Alan Provost.
106. **Pique de Madera.** Para un Pique de Madera, la distancia máxima entre cuadro y cuadro no deberá exceder a 8'. Fuente: J. C. Mc Isaac
107. **Pique de Madera.** Para un Pique de Madera, típicamente se construye lugares de seguridad para personal en casos de emergencia cada 06 pisos. Fuente: Jim Redpath.

### **Profundización de Pique.**

108. **Cronograma.** Desde el tiempo de empezar un pique hasta que se realiza la profundización puede transcurrir 05 meses. Para un pique circular puede tomar de 02 meses a menos y el collar y la armazón superior pueden hacerse entre el avance. Fuente: Tom Anderson.
109. **Winche.** Sin un lento ratio de avance, un Winche de un solo tambor puede ser usado para una profundización hasta 500m y 05 baldes de carga por pie de avance. Para 600m con 04 baldes por pie y 3,5 baldes para 800 m. Para profundizar piques, un Winche de doble tambor puede ser requerido para conseguir mayores eficiencias en la limpieza del Pique.
110. **Balde de limpieza.** Para que un balde sea dejado estable con carga remanente en el fondo del pique, la altura no debe exceder en mas del 50% del diámetro del Pique. Fuente: Jim Redpath.
111. **Balde de limpieza.** Una cuchara no será mas alta que 7 1/2 pies para ser llenado con un brazo Cryderman estándar (el cuál tiene 11' de recorrido). Fuente: Bert Trenfield.
112. **Balde de limpieza.** En un Pique seco el contratista puede tener la posibilidad de limpiar hasta 10 baldes de agua de desagüe sin impedir el avance. Fuente: Paddy Harrison.
113. **Estaciones de Pique.** Una estación de pique puede ser cortada mas rápida que 70 m3/día con un Winche de arrastre y hasta 85 m3/día con un equipo de LHD. Fuente: Jim Redpath.
114. **Pique Circular.** El mínimo diámetro de un Pique para la limpieza de un Cryderman 630 es de 22'. Fuente: Pete Hancocgk.
115. **Pique Circular.** El mínimo ancho de la pared de concreto para un pique circular con refuerzo de concreto es de 10". Fuente: Henry Lavine



116. **Chimeneas Raise Boring.** Un pique puede ser sucesivamente ampliado de una chimenea de Raise Boring tan pequeño como 4,0 pies. Fuente: Bob Hendricks
117. **Concreto.** El máximo ratio de producción para un espesor estándar de 6,0" y una manga de vaciado de 6,0" de no más de 45m<sup>3</sup>/hr. Fuente: Marshal Hamilton.
118. **Aire Comprimido.** Un ciento de cfm de aire comprimido es necesario para un vibrador de concreto de dos pulgadas. Fuente: Bill Shaver.
119. **Aire Comprimido.** Mil doscientos cfm de aire comprimido serán necesario para operar apropiadamente el brazo del Cryderman. Fuente: Bill Shaver.

### Desarrollos laterales y Rampas.

120. **General.** El control con rayos láser puede ser usado para desarrollos rectos de mas de 100m en longitud.
121. **Frentes de Ataque.** El techo del arco de las labores mineras debe ser en altura el 20% del ancho de la labor. Fuente: Estándares de Mina Kidd.
122. **Frentes De Ataques.** Una gradiente de 2 % no es suficiente para un avance de Trackless, esto debería ser considerado de 2.5% o 3 %. Fuente: Bill Shaver.
123. **Frentes De Ataques.** Un radio mínimo de galería y rampa alrededor de una curva en el cual es conveniente para conducir un Jumbo es de 75 pies. Fuente: Al Walsh.
124. **Frentes De Ataques.** Para propósitos prácticos un radio de mínimo de 50 pies puede ser empleado satisfactoriamente para mas frentes de ataques. Fuente: Jhon Guilver.
125. **Rampas e Inclinaados.** Para grandes rampas echas con equipo LHD/ camiones en combinación da lo más bajos costos que equipo LHD solo y pudiera ser considerado cualquier transporte mas de 500 metros de longitud. Fuente: Jack Clark.
126. **Rampas e inclinaados.** El equipo LHD es usualmente reemplazado con camiones subterráneos cuando la longitud excede los 300m. Fuente: Fred Edwards.
127. **Frentes con Locomotoras.** El ancho de la vía no deberá ser menor que la mitad del ancho extremo del carro o de la locomotora.
128. **Frentes con locomotora.** Una gradiente típica para minas con locomotora es de 0.25 % a 0.30%

129. **Frentes con locomotora.** Una luz mínima de tres pies deberá ser diseñada entre la parte externa del riel a la cara expuesta de la galería, que permita una operación segura cuando la maquina de limpieza es conducida al frente.

## Collares y Portales

130. **Collares.** La elevación de un collar de un pique deberá ser dos pies sobre la gradiente final de unión. Fuente: Heinz Shober.
131. **Collares.** El típico espesor de una pared de concreto es 24 pulgadas en sobre rotura y 18 pulgadas en roca mala.
132. **Collares.** La gradiente final del collar alrededor del pique debería ser de forma tal que se consiga un 2 %. Fuente: Dennis Sunbborg.
133. **Collares.-** Un collar de pique en material de cobertura, completado por muchas medidas de agua congelada (esto puede tomar mucho tiempo) esto puede ser completado totalmente para un pie por día calendario. Fuente: Jim Redpath.
134. **Collares.** El monto de nitrógeno liquido requerido para congelar la cobertura del collar de Pique es de mil libras por cada yarda cubica de material Congelado. Fuente: Weng Jiage.
135. **Collares.-** Para un collar de pique en material de cobertura, la mínima profundidad de protección del anillo congelado será de tres metros en buena roca, mas si la roca es mala, húmeda u oxidada
136. **Collares.** La mínima profundidad para un collar de un pique de madera es de 15 metros.
137. **Collares.-** La mínima profundidad para un anillo de concreto en un pique es de 28 metros. Será más largo si un jumbo es empleado para la Profundización, esto será hasta 30 metros.
138. **Portales.** La protección mínima para un portal en buena roca es normalmente igual al ancho del inclinado o rampa de entrada. Fuente: Jim Redpath.

## Winche De Tambores

139. **Velocidad de Winche.** La máxima velocidad deseable para el tambor de un Winche con guías fijas de acero en el pique es de 15 metros por segundo. Fuente: Jack Morris.

140. **Velocidad de Winche.** la máxima velocidad deseable para un Winche de tambores con guías de maderas en el pique es de 12 metros por segundo. Fuente: Don Purdie.
141. **Velocidad de Winche.** La velocidad de rotación de la tambora a pleno desarrollo no debe exceder de 75 r.p.m. para un eje y no más de 100 r.p.m. para un motor directo Fuente: Ingersold Rand.
142. **Velocidad del Winche.** La máxima velocidad deseable para una jaula de servicios es aproximadamente 2/3 de la velocidad optima calculada para el balde en iguales distancias de izaje
143. **Mejoramiento del Winche.** Con un apropiado planeamiento del mantenimiento un Winche de tambores podría ser mejorado para tener hasta 19 horas por día de uso en una instalación en superficie, y 18 horas para un Winche interior. Fuente: Alex Cameron.
144. **Mejorando El Winche.** Un Winche de tambores es mejorado para la producción hasta 120 horas por semana, si asumimos que el Winche es manejado 24 horas por día, 7 días por semana, y la limpieza de desmontes es posible para el izaje. Fuente: Jack Morris.
145. **Disponibilidad del Winche.-** El tiempo total de operación programado durante la Etapa de planeamiento no debe exceder el 70% del total del tiempo de operación disponible, esto es 16,8hrs por día de un total de 24hrs por día. Fuente: Tom Harvey
146. **Cable de Izaje.-** El proveedor del cable de jale ha rateado, asumiendo que el ángulo de vuelo entre es 25° o más con la horizontal. El rateado del cable puede ser disminuido en 10% para una instalación donde el cable se encuentra horizontal entre el tambor del Winche y la parte alta de la polea. Fuente: Ingersold Rand.
147. **Cable de Jale.-** La distancia entre el canal para armar la camada de cable, debe añadirse por cada pulgada de cable 1/16" adicionales y para cables más gruesos que 1 3/4" de diámetro este debe incrementarse en 1/8" por cada pulgada. Fuente: Ingersold Rand.
148. **Winche de tambores.-** El tambor del Winche debe ser diseñado de manera tal que tenga capacidad suficiente para enrollar el equivalente de por lo menos 10 vueltas del tambor. Fuente: Jhon Stephenson.
149. **Winche de Tamboras.-** El tambor del Winche debe ser diseñado con suficiente capacidad de enrollamiento para 500 pies en muchas aplicaciones, para mas profundidades se necesitaran capacidad para 600 pies.

150. **Winche de tamboras.-** El Winche del tambor debería ser diseñado para enrollar lo establecido 03 vueltas de cable de camada, enrollamiento para corte de cable e insertos en la tambora un adicional de por lo menos 200 pies de cable de repuesto. Al menos 250 pies de cable deben ser para trabajos más profundos. Fuente: Largo Albert.
151. **Winche de Tamboras.-** Para una instalación, el enrollamiento fuera del nivel de tolerancia para un pique de Winche de tamboras es 1% de una pulgada por pie de Longitud. Fuente: Gary Wilmott.
152. **Pique y Cremallera.-** La partes de la cremallera no debe ser mayor que 1/4 del diámetro del Pique
153. **Sobre enrollado y desenrollado.-** La distancia de sobre enrollamiento de un cable debe ser en un Winche de tambora 1,0 pie por cada 100 pies por minuto de velocidad, para una velocidad lineal. Fuente: Tad Barton.
154. **Sobre enrollado y desenrollado.-** La distancia de desenrollado es normalmente 1/2 de la distancia de sobre enrollado.
155. **Fleet Angle.-** En la practica, el máximo aceptable depende de suponer la velocidad lineal del cable. Para velocidades de 5m/s (1000 pies/minuto) 1° 45' puede ser aceptable, tal como 1° 30' para 10m/s (2000 pies/minuto) y 1° 15' para una velocidad de 15m/s (3000 pies/minuto)
156. **Fleet Angle.-** El mínimo ángulo fleet, nunca será negativo, pero si puede ser cercano a cero en un pique de izaje inclinado.
157. **Entrega.-** El tiempo de entrega para un Winche nuevo de tamboras es aproximadamente de 01 mes por cada 01 pies de diámetro de tambor (ej. El tiempo para entrega de un Winche de 12 pies de 02 tamboras es aproximadamente de 12 meses) Fuente: Dick Roach
158. **Entrega.-** El tiempo de entrega de un cable nuevo de izaje es de aproximadamente 04 meses para un requerimiento típico, par una entrega de un cable especial manufacturada en países de ultramar puede ser 06 meses. Fuente: Khoa Mai
159. **Velocidad del Winche.-** La máxima rotación de la cremallera no debe exceder 75 RPM para un motor de velocidad

variable y de 100 RPM para un motor directo Fuente MHI & Ingersold Rand.

160. **Especificaciones De Armado.**- Para muchas instalaciones de Winches las tolerancias de armado son de 0,004 pulgadas medidas de collar a collar. Fuente : Largo Albert
161. **Presión de enrollamiento en tambora (Tread Presion).** - Para el seguro de enrollamiento del cable del Winche, la presión tread calculada para cada balde (Skip) no excederá 2,400 Kpa (350psi) o 2750Kpa (400psi) para la jaula cuando se consideren ocasionales problemas de sobrecarga o sobrepeso por material o equipo. Fuente: Largo Albert
162. **Tread Presión.**- Para un cable de Winche STRANDED, la presión tread calculada para el balde de izaje no excederá 1700Kpa (250psi) o 2000Kpa (275 psi) para una jaula cuando se presentan ocasionales problemas de sobrecarga por material o equipo. Fuente. Largo Albert
163. **Espaciamiento.**- La distancia entre la cumbre de los cables debe ser 01 pulgada por cada pie de diámetro de la polea, para conseguir un adecuado patrón de deformación y flexión de la polea. Fuente : Gerald Tiley

### Cables, Poleas Y Equipos De Izaje.

164. **Cable.**- El alargamiento del cable en el punto de carga, es generalmente el doble calculado por estadísticas o fórmula de esfuerzo deformación(PL/EA) Fuente: L.O. Cooper.
165. **Cable.**- La tensión requerida para un cable guía es de aprox. 01 tonelada por cada 100 metros de cable suspendido. Fuente: Tréfil Unión.
166. **Cable.**- La dimensión de cable guía (área transversal de la sección de acero en mm<sup>2</sup>, **S**) requerida es igual a 1,5 veces la longitud del cable suspendido en metros **H**, ej.  $S = 1,5 H$ . Fuente: Tréfil Unión
167. **Cable.**- El radio de giro de la ojiva de suspensión del cable, no debe ser menor que 3,5 veces el diámetro del cable. Fuente : Largo Albert.
168. **Poleas.**- Para cada incremento en la velocidad de 1m/s (200 pies/ minuto), 5% debe ser adicionada a la polea o al diámetro de enrollamiento. Fuente: African Wire Rope Limited.

169. **Equipamiento.**- Como una practica convencional para la industria minera, un skip con capacidad menor que 05 toneladas el sistema de descarga Kimberly pueden ser usado, para tonelajes mayores a 05 toneladas es preferible un sistema de descarga por el fondo esto es valido hasta 20 toneladas, para tonelajes mayores el sistema de descarga de arco es el más recomendable. Fuente : Jim Redpath.
170. **Equipamiento.**- Para un sistema de guías fijas, la longitud del Skip de descarga por el fondo (distancia entre las guías) mínimo es de 1,5 veces el Espaciamiento de los cuadros, para un pique de profundización de guías fijas, en sección esta puede ser igual a 1,5 veces la distancia entre cara y cara de las guías. En otros casos esto puede ser discutido y calculado. Cuando es de guías de cable esto no es relevante. Fuente : Jim redpath.
171. **Equipamiento.**- La capacidad de la jaula debe ser 1,5 a 1,8 veces el peso de la jaula vacía. Fuente: Wabi Iron Works

## Castillos

172. **Castillos De Acero.**- El castillo o la parte superior (para un Winche subterráneo) puede ser diseñado con una caída de 60° (con la horizontal) y el vuelo del cable con 45° . Fuente: Willian Staley.
173. **Castillos De Acero.**- Es mejor diseñar un castillo (para un Winche subterráneo) como resultado del calculo de esfuerzos para la curva de caída del cable y considerar en un tercio la longitud entre la cara superior e inferior. Fuente: Willian Staley
174. **Concreto del Castillo.**- Para una plataforma de montaje de una torre para un Winche , la máxima flexión lateral (hecha por el viento, la lluvia, nevada, etc.) es de 03 pulgadas. Esto puede favorecer la ejecución de un castillo de concreto. Fuente R.L. Puryear.
175. **Castillo De Concreto.**- Un castillo de concreto puede ser hasta 10 veces mas pesado que un castillo de Acero. Esto puede favorecer la ejecución de un castillo de Acero, en especial para zonas sísmicas.

## Faja transportadora

176. **Costo de Capital.**- La inversión en una faja de gran longitud para ser instalada en subterráneo puede ser igual a la longitud del inclinado o labor hecha a donde va a ser instalada.

177. **Costos.**- Los costos de mantenimiento por año es de un 2% del costo de compra, más un 5% del costo de la faja. Para esto debe ser previsto un costo de remplazo cada 5 a 15 años. (05 años para el caso de labores subterráneas). Fuente : Hans Nauman
178. **Alimentador Y Alimentación.**- Para un Apron Feeder, la profundidad de la cama del material puede ser 1,5 del ancho del alimentador, para una carga uniforme. Fuente: David Assinck.
179. **Alimentador Y Alimentación.**- Para calcular la capacidad de un Apron Feeder (alimentador de Placas) se asume que el 75% de la camada esta llena y la velocidad no excede 75 f.p.m. Fuente: David Assinck.
180. **Alimentador Y Alimentación.**- La caída libre de una chancadora sobre una faja no debe exceder 04 pies, un chute, unas Alas o una caja de rocas debe ser usada para disminuir el impacto y proteger la faja. Fuente: Heinz Schober.
181. **Diseño de una Faja Transportadora.**- Para transportar un material chancado, el ángulo de reposo del material puede ser aproximado a 20° para una gran distancia. El juego dinámico del material puede reducirlo a 15° . Fuente: Al Firmie.
182. **Diseño De Una Faja Transportadora.**- La disponibilidad de una faja puede ser del orden de 90%; si es acoplada con una chancadora, la disponibilidad del sistema puede ser de 85%. Fuente : Wolfgang Guderley.
183. **Diseño de una Faja Transportadora.**- La armazón de una faja (portátil o radial) puede ser aproximada a 18° ( 32% respecto a la horizontal) Fuente: David Assinck.
184. **Diseño de una Faja Transportadora.**- En un tajo abierto, la faja transportadora no debe ser inclinada mas allá de 16,5° con respecto a la horizontal. Fuente : Jhon Mareck
185. **Diseño de una Faja Transportadora.**- Para una faja de transporte en bajada, esta no debe ser diseñada con mas de 20% de inclinación. Esta es la máxima declinación para contener material bajo condiciones de rotura. Fuente: Al Firmie.
186. **Diseño de una Faja Transportadora.**- La longitud del faldón (Skirt) no debe ser al final menor de 03 veces el ancho de la faja.

## Ventilación y aire Acondicionado

187. **Ventilación.**- La presión natural del aire puede ser estimada como 0,03 pulgadas de agua por cada 10 grados Fahrenheit de temperatura para una diferencia de 100 pies en elevación para una densidad estándar del aire. Fuente : Peele.

188. **Ventiladores Grandes y/o Principales.**- Si estos ventiladores están colocados en superficie, estos deben contar con compuerta de cierre automático, de manera tal que impidan la inversión del circuito en casos de incendio.  
Fuente: Cam Seeber.
189. **Chimeneas de Ventilación.** La dimensión mas importante de un ducto de Ventilación es el diámetro de la sección o el area libre, referida al radio hidráulico. Fuente: Cam Seeber
190. **Ventiladores.** La eficiencia de un ventilador, la define la densidad del aire a mover, colocar en algunos casos un ventilador en la parte superior o cercano a la superficie debe ser considerada la densidad de aire a ser removido. Esta consideración debe ser tomada muy en cuenta para minas de gran profundidad.
191. **Ventilación.**- Para propósitos de cálculos preliminares, la resistencia del aire entre piques o entre piques y chimeneas puede ser tomado como 01 pulgada de agua. Fuente: Richard Masuda.
192. **Ventilación.**- La velocidad práctica para ventilación en un pique circular de concreto para producción equipado con guías fijas es de 2,500 fpm (12,7 m/s) Fuente: Richard Masuda
193. **Ventilación.**- La máxima velocidad que se puede conseguir para ventilación en un pique circular de concreto para producción equipado con guías de cables es de 2,000 fpm y la máxima velocidad relativa entre flujo de aire y velocidad del balde puede ser de 6,000 fpm. Fuente : Malcolm Mc Pherson.
194. **Ventilación.**- El NO EXCEDER LA VELOCIDAD para un Pique circular de concreto vacío circular debe respetarse.  
Fuente : Malcolm Mc Pherson
195. **Ventilación.**- La típica velocidad en un pique circular vacío es de aprox. 3,000 fpm para que sea económica (15m/s).
196. **Ventilación.**- En términos empíricos, la suma del calor generado por la operación de una mina caliente puede ser relacionada a la temperatura de la roca virgen (TRV) y al numero de toneladas de mineral o roca roto por día. Esta varía típicamente de 2-3 Btu/minuto/tonelada/grado F° que TRV y excede en 74°F en minas medianamente profundas, este caso puede ser cercano para minas secas 02, y 03 para minas húmedas o para profundización de minas de metales bases. (01 BTU = 17.6 wats)
197. **Calor generado.**- Un equipo Diesel generalmente produce 200 pies cúbicos de gases por cada libra de combustible quemado y el consumo es aprox. 0,44 lbs por cada hora y HP del equipo.



198. **Calor generado.**- Un equipo diesel genera aprox. 2,6 veces calor mas que un equipo eléctrico. Fuente: Jhon Marks
199. **Calor Generado.**- Normalmente, el motor eléctrico del ventilador es dimensionado para la superficie y estar cerca del 100% del tiempo y capacidad. En la práctica cerca del 60% de la potencia es utilizada para vencer la resistencia o la perdida de potencia por fricción de la superficie de ventilación . Cada HP perdido por fricción es automáticamente convertido en calor.
200. **Calor Generado.**- La suma del calor producido por la hidratación del cemento portland en un relleno hidráulico o cementado es de 85-100 cal/gr.

### Aire Comprimido

201. **Potencia.**- Para incrementar la presión de salida en un compresor de 100 a 120 psi se necesita incrementar la potencia en 10% (1% por cada 2psi). Fuente : Ingersold Rand.
202. **Perdida en la línea de aire.**- Un orificio o una válvula mal cerrada con un diámetro equivalente de 1/8 de pulgada (03mm) puede perder 25cfs (42m<sup>3</sup>/min o 1500 cfm) a 100psi (7bares) Fuente : Lanny Pasternack.
203. **Perdida en la línea de aire.**- En un buen manejo de aire comprimido, las perdidas no deben superar el15% del total del aire consumido. Fuente : Lanny Pasternack.
204. **Perdida en la línea de aire.**- Una delgada línea de aceite en la tubería puede ocasionar una perdida de 05 psi. Fuente : Ingersold Rand.
205. **Perdida en la línea de aire.**- Para muchas minas e instalaciones viejas el aire comprimido puede perderse hasta en 70%. Fuente: Robert McKellar.
206. **Perdida en la línea de aire.**- Un escape o salida defectuosa puede requerir 05 psi o mas.
207. **Perdida en el compresor.**- Un compresor diseñado para alimentarse con 60 ciclos (60 hertz) puede trabajar con 50 ciclos, pero la experiencia aconseja una reducción en la capacidad del orden de 17% o mas.
208. **Altitud.**- Un compresor a velocidad constante o Booster instalado en interior mina, puede requerir 1% mas de potencia en HP por cada 100m debajo del nivel del mar.
209. **Altitud.**- La auto-compresión del aire puede incrementar la medida de la columna de presión en 10% en un pique de

mina a partir de 3000 pies de profundidad (11% por cada 1000m).

210. **Tanque recibidor.**- La capacidad mínima de un tanque recibidor debe ser por lo menos 06 veces la capacidad del compresor por cada segundo de aire libre para una válvula de seguridad no cargada. Fuente : Atlas Copco.
211. **Tanque Recibidor.**- La diferencia de presión entre la válvula automática cargada y descargada no debe ser menor a 0,4 bares. Fuente : Atlas Copco.

## Desagüe de mina

212. **Planos previos.**- La mayor estación de bombeo subterráneo debe tener suficiente capacidad en excavación de manera que pueda proteger de una pérdida de potencia por un largo período, la mínima capacidad de excavación es de 24 horas y típicamente se diseña para 36 horas.
213. **Planos Previos.**- La diferente calidad de roca, las cavidades karsticas y las fracturas presentes son las mejores conductoras de agua en interior mina.
214. **Planos Previos.**- Se deben tomar seis elementos básicos para un correcto diseño del sistema de drenaje (Bombeo), Caudal, Cabeza, Granulometría, Ph, temperatura y Cota de Trabajo.
215. **Planos previos.**- La mayor de las bombas debe ser localizada cerca al sumidero de tal manera que esta separación sea tal que permita colocar directamente una tubería de cómo mínimo 05 veces el diámetro (preferible 10 veces) de la tubería de bombeo. Varias Fuentes.
216. **Diseño.**- La velocidad en La tubería que corre en un tramo largo sin mayores inflexiones, puede ser tomada básicamente como la velocidad del agua como diseño 10 pies/seg. (0,5 m/s) esta velocidad puede ser incrementada en un tramo corto hasta en 50%.
217. **Diseño.**- En una mina subterránea, la cabeza estática es el factor mas importante en el diseño de la bomba si la tubería es apropiadamente diseñada. Para obtener la cabeza total, de 5-10% puede ser adicionada a la cabeza total para contar toda la pérdida de presión, sin sacrificar la aproximación.
218. **Diseño.**- Para La estación de bombeo para una mina profunda el lugar mas económico posible es aprox. 2,000 pies (600m) de intervalo
219. **Diseño.**- La velocidad para bombeo de aguas con partículas puede ser tan grande como 2,0 pies/seg. en una tubería

vertical y 5,0 pies /seg. en tubería horizontal. Esas velocidades son recomendadas para evitar el asentamiento de los sólidos. Fuente GEHO

220. **Diseño Previo.**- La cercanía de un tajo no regulador a la fuente captadora de finos producidos por decantación en interior mina (Sumideros decantadores) es una buena alternativa.

## Relleno

221. **Información General.**- El costo del relleno puede ser hasta el 20% del costo total del costo de minado subterráneo. Fuente : Bob Rappolt.
222. **Información General.**- Es común medir la resistencia de un relleno estructural como el concreto (28 días), probablemente porque este tiempo coincide con el próximo de un ciclo de minado. Aquí puede ser anotado, cuando el concreto consigue aprox. el 80% de su resistencia en el largo período de 28 días donde el relleno estructural solo consigue el 50% de su resistencia. En otras palabras un relleno estructural necesita como 90 días algo mas del doble que el de 28 días supuesto.
223. **Relleno de Roca y concreto.**- Un 60% de la resistencia tomada a los 14 días es mas representativo que el 50% a los 28 días. Esta regla es usualmente aceptada y conocida su aplicación cuando el tajo necesita ser rápidamente puesto para otro ciclo de minado. Fuente: Joe Rheault y otros.
224. **Relleno de Roca y concreto.**- Cuando el contenido de ceniza de horno es aumentada cerca del 50% en un relleno de concreto y roca, el esfuerzo y el tiempo de curado de la mezcla incrementa dramáticamente. Una buena mezcla, considerada como óptima puede ser de 35% de ceniza de alto horno y 65% de cemento. Fuente: Joel Rheault & Ayudantes.
225. **Relleno de Roca y concreto.**- La óptima relación de agua/cemento en una mezcla es 0.8 a 1.0 , pero en la práctica el contenido de agua puede ser reducido por el contenido de humedad de la roca, la nieve y el contenido de humedad llevado por las labores donde transcurre el relleno en las zonas subterráneas. Fuente : Técnica Finlandesa
226. **Relleno de Roca y concreto.**- La resistencia actual de un RRC colocado en una mina puede ser aprox. 2/3 del valor del laboratorio obtenido para un cilindro estándar de concreto de 6" de diámetro, pero puede ser hasta el 90% del valor obtenido de una prueba hecha con un cilindro de 12" de diámetro. Fuente : Thiann Yu

227. **Relleno en Pasta.**- Sólo el 45% a 55% de las colas de relave pueden ser usadas como relleno en pasta para la vida de una mina subterránea.
228. **Relleno en Pasta.**- Un muy preciso control de pulpa se necesita para un requerimiento por gravedad de relleno en pasta. Un pequeño incremento en la densidad de pulpa (1% - 2%) necesitara un incremento en la presión a mas del doble en la tubería ( y resistencia al flujo). Fuente : David Landriault.
229. **Relleno en Pasta.**- Un slump de 7" es deseable para un flujo en pasta por gravedad, para un hueco de 6". Fuente: David Landriault.
230. **Relleno en Pasta.**- Una mezcla de partículas con valores cercanos a 65% de concentración en peso puede ser considerado como una pasta. Fuente: R. Salas.

## **Explosivos y Perforación**

231. **Consumo de Explosivos.**- Profundización de Piques 2,5 Lbs / ton corta rota.
232. **Consumo de Explosivos.**- Galerías horizontales 1,8 lbs / ton corta rota
233. **Consumo de Explosivos.**- Chimeneas y labores verticales 1,5 lbs / ton corta rota
234. **Consumo de Explosivos.**- Desquiches y ampliaciones 0,8 lbs / ton corta seca
235. **Consumo de Explosivos.**- Tajos de almacenamiento 0,5 lbs / ton corta rota
236. **Consumo de Explosivos.**- Corte y relleno ascendente y descendente 0,5 lbs / ton corta rota.
237. **Consumo de Explosivos.**- Minado en general 0,4 lbs / ton corta rota.
238. **Consumo de Explosivos.**- Hundimiento por bloques 0,1 lbs / ton corta rota
239. **Consumo de Explosivos.**- Corte de Tajo abierto 0,9 lbs / ton corta rota
240. **Consumo de Explosivos.**- Bancos en tajo abierto 0,6 lbs / ton corta rota
241. **Escoger el Explosivo.**- Para mejorar la fragmentación de la roca en una industria minera, el explosivo escogido es

usualmente el que da, la mas alta velocidad de detonación y la máxima densidad de energía disponible. Fuente: Dr. Melvin Cook

242. **Espaciamiento.**- Para obtener la óptima fragmentación y la mínima sobre rotura para el desencape de roca en un tajo abierto o para conseguir roca de relleno, la distancia puede ser 25 veces el diámetro del taladro para cuando se usa ANFO y 30 veces cuando se usa altos explosivos.
243. **Espaciamiento.**- Cuando la técnica del SMOOTH BLASTING es empleada en minería subterránea, se acepta un Espaciamiento estándar en el perímetro de 450mm (18 pulgadas).
244. **Espaciamiento.**- Cuando se usa un único hueco como alivio para un corte quemado, la longitud de los taladros laterales es de 03 pies por cada pulgada del diámetro del taladro de alivio. Ej. La longitud de taladros sea de 24 pies, puede hacerse un taladro de alivio de igual longitud de 8" de diámetro. Fuente: Karl-Fredrick Lautman.
245. **Control de Voladura.**- El diseño del arranque para una voladura es el detalle mas importante para lograr un buen avance. Si los contornos deben ser controlados, aplicar los taladros paralelos será la mejor recomendación.
246. **Costos de Los explosivos.**- Un buen control de los explosivos a granel garantiza un buen nivel de costos. La aplicación de estos esta supeditada a la colocación y transporte, una mala practica en el control y la medición tienen fuertes incidencias en los costos globales de voladura.

## Electricidad

247. **Consumo de Potencia.**- La potencia de consumo típica para una minería de cielo abierto, incluida la planta concentradora es de aproximadamente de 60 Kwh por tonelada de mineral procesado.
248. **Consumo de Potencia.**- la potencia típica para una mina subterránea, incluida la planta de tratamiento de mineral es de 100 Kwh por tonelada procesada.
249. **Consumo de Potencia.**- La potencia de consumo de una planta concentradora, puede estar usualmente en el rango de 25-40 Kw/h por tonelada de mineral procesado. Esto puede ser groseramente aproximada por la adición de 15 Kwh por tonelada por el Work Index del mineral (Esto será determinada por muestra y ensayo de laboratorio).
250. **Consumo de Potencia.**- La potencia de consumo (la porción utilizable de la energía pagada) es del orden de 75% de la Raíz cuadrada media de la energía de demanda calculada) RMS.

251. **Motores.**- Un motor AC opera muy bien con un sobrevoltaje de 5%, pero es mejor darle un 5% menor del Voltaje. Fuente: George Spencer.
252. **Motores.**- En operación, un motor típico de 550 voltios AC demanda una equivalencia de 01 Amperio por cada 01 HP. En caso similar para 440 voltios demanda una equivalencia de 1 ¼ Amp por 01 HP. Fuente : Bill Forest
253. **Motores.**- Las escobillas de una maquina de AC puede ser primera vez ajustada entre 02 y 03 libras por pulgada cuadrada (15-20 Kpa). Fuente: General Electric.
254. **Motores.**- Las escobillas de una maquina de DC pueden ser mantenidas entre 03-05 psi (20-35 Kpa). Fuente: General Electric.
255. **Transformadores.**- La capacidad requerida de un transformador, medido en Kva, es aproximadamente igual a la carga expresada en HP. En otras palabras una carga de 500 HP normalmente requiere 500 Kva de capacidad. Fuente: Bill Forest
256. **Transformadores.**- La capacidad de un transformador podría ser reducida si este es rateado a 60 ciclos por segundo (Hertz) si este es operado a 50 Hertz hecha la saturación del circuito magnético. La capacidad de un transformador podía ser reducida si es calculada para 50 Hertz y es operada a 60 Hertz hecho el incremento de Impedancia. Perdemos en ambas formas. La capacidad de un transformador de 50 hertz operando a 60 Hertz puede ser restaurada con una ventilación forzada, pero el transformador de 60 Hertz operando a 50 Hertz no se puede. Fuente: Jim Bernas

## **Echaderos Principales, Bolsillos de almacenamiento, Tolvas y Parrillas**

257. **Echaderos de Mineral.**- La mínima inclinación para un echadero corto de mineral es de 50° con la horizontal. Para un echadero largo es de 55°.
258. **Bolsillo Dosificador.**- La protección de una zona de carga y del perímetro de un Pique hasta una zona de extracción principal ( Ej. Ore Pass) que requiere una faja o un sistema de descarga que puede ser determinado asi: *asumiendo la distancia entre el chute de descarga cerrado y el labio superior de la entrada de carga con una gradiente de 15%.* Fuente: Virgil Corpuz.

259. **Parrillas.-** Para roca dura. Las planchas de protección de desgaste en chancadoras y parrillas, es aproximadamente de 01" por cada millón de toneladas sujeta a impacto y abrasión. Esto es aproximadamente ½" por cada millón de toneladas sujetas a abrasión (sólo desgaste). Fuente: Peter Van Schaayk.
260. **Parrillas.-** Para una zona de descarga, la parrilla debe diseñarse debajo del nivel e inclinada, para la rotura de bancos debe diseñarse horizontal y de preferencia en cuadrillado.
261. **Bolsillo de almacenamiento.-** En un bolsillo de almacenamiento subterráneo mas grande que 15' de diámetro, debe ser inclinada en la base, en un ángulo de 65° con la horizontal para obtener un flujo de masa (como oposición al rebalse) cuándo los finos húmedos están presentes. Fuente: Doug Hambly.

### Chancadoras y Rompebancos

262. **Selección de Chancadora.-** Para una instalación que maneja roca dura debajo de 600 ton/hora se puede seleccionar una chancadora de quijada. Sobre 1,000 ton/horas, seleccionar una chancadora giratoria. Entre estas capacidades se puede escoger una mejor. Fuente: Chris Ottergren.
263. **Selección de Chancadoras.-** Para una instalación subterránea de manejo de roca dura, escoger una chancadora giratoria puede ser más económica en el caso de que exceda las 8,000 toneladas diarias de producción de mineral y roca.
264. **Selección de Chancadora.-** Si el tonelaje horario para ser chancado dividido por la raíz cuadrada de la abertura requerida en pulgadas es menor que 0,115 usaremos una chancadora de quijada; En cualquier otro caso use una chancadora giratoria. ( Si la capacidad es requerida en toneladas métricas por hora es menor que 162 veces la raíz cuadrada de la abertura en metros, usaremos una chancadora de quijada.) Fuente: Arthur Taggart.
265. **Diseño de Chancadora.-** La plancha de forro de protección corrugada, diseñada para una chancadora de quijada (para mejorar la calidad del producto) resulta en una corta vida del forro en algo mas arriba de 2/3 partes. Fuente: Ron Doyle
266. **Diseño de Chancadora.-** Para muchas aplicaciones, un máximo radio práctico de reducción es de 7: 1 para chancadoras de quijada, pero un radio de 6: 1 es el típico valor de diseño.
267. **Diseño de Chancadora.-** Para muchas aplicaciones, un máximo radio práctico de reducción es de 6: 1 para

chancadoras cónicas, pero un radio de 5: 1 representa el típico valor de diseño.

268. **Diseño de Chancadora.-** Una parrilla ondulada puede aumentar hasta en 15% el rendimiento de un Chancadora de quijada Fuente: Ron Casson

269. **Rompe bancos.-** Para un trabajo de minado subterráneo de menos de 2,000 ton/día puede ser más económico sólo dimensionar la rotura del mineral con un Rompe bancos. En otros casos una chancado subterráneo es necesario implementar usualmente cuando un izaje con baldes(Skip) es empleado. Fuente: John Gilbert

270. **Rompe bancos.-** El costo de operación de un Rompe bancos usado sólo es aproximadamente 30% mas alto que una chancadora para un tonelaje diario igual. Fuente Jhon Gilbert.

271. **Rompe bancos.-** La capacidad de un Rompe bancos con una parrilla de abertura estándar (+/- 16 " X 18") es del orden de 1,500-2,000 toneladas por día. Fuente: Jhon Gilbert.



-----X-----

#### **4.0 Conclusiones y Recomendaciones**

Las reglas practicas son entera responsabilidad de los autores, para ello se consulto la bibliografía existente en reportes confidenciales y publicaciones abiertas.

Todas estas reglas son de amplia aceptación y pueden ser modificadas por los usuarios usando su propia experiencia de trabajo, asimismo creo conveniente sugerir la recopilación mas más amplia de estas, para facilidad del desenvolvimiento del conocimiento y facilitar la comprensión de nuestra minería muy poco desarrollada.

*Ampliar esta lista creo que puede ser motivo de estudio e investigación de otras personas.*

#### **5.0 Bibliografía**

*Finanzas, J. Fred weston*  
*Manual de Minería, Peele*  
*Manual de Metalurgia , Taggart*  
*Reporte Confidencial, evaluación Tecnica de yauricocha. SNC- Lavalin Perú S.A.*  
*Evaluación de reservas de Compañía Minera Ares. SNC- Lavalin Perú S.A.*  
*Profundización de mina "el Porvenir" Milpo. SNC- Lavalin Perú S.A.*  
*Manual del Constructor, Kidder*  
*Mecanica de Rocas para minería Subterránea, Brady y Brown*  
*Ventaja competitiva, M. J. Parker*  
*Perú Minero, Samamé Boggio*  
*Auditoria tecnica de la mina Cerro de Pasco. SNC- Lavalin Perú S.A.*  
*Comunicaciones privadas, O. Posadas*