

# **Universidad Nacional de Ingeniería**

## **Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica**



### **Determinación de Estandares de Producción y Costos en Equipo Minero**

***TESIS PARA OPTAR EL TITULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO  
DE MINAS***

**Presentado por:**

***DANTE HERNAN MELO SALINAS***

**LIMA - PERU - 1987**

A tí ZOILITA, mi madre:

Gracias a tu singular: ejemplo,  
inteligencia y sentido común.

Por haber forjado el futuro de  
tus hijos.

A mi querida profesión:

Porque durante su: estudio, ejercicio y desarrollo, aprendí a vivir.

Gracias a mi Alma Mater, a mis profesores y compañeros de estudios.

Gracias colegas y compañeros de trabajo.

Gracias a todos.

## INDICE

	Pág.
CAPITULO 1: GENERALIDADES	1
CAPITULO 2: INTRODUCCION	3
2.1 Objetivo	3
2.2 Alcance	4
CAPITULO 3: CONSIDERACIONES BASICAS	5
3.1 Aplicación de principios de Ingeniería Industrial	5
3.2 Estándares - Concepto	7
3.2.1 Estándar de Producción	7
3.2.2 Tipos de Estándar	8
3.3 Conceptos teóricos	9
3.3.1 Estudio del trabajo	9
3.3.2 Ingeniería de métodos	
3.3.3 Medición del trabajo	10
3.3.4 Tiempos y movimientos	10
3.3.5 Muestreo del trabajo	10
3.3.6 Estudio de la producción	10
3.3.7 El analista, cualidades y responsabilidades	11
CAPITULO 4: APLICACION PRACTICA - ESTANDARES DE PRODUCCION	13
4.1 Ciclo de minado - operaciones	13
4.1.1 Estudio de las operaciones	14
4.1.2 Obtención de datos	14
4.1.3 Consideraciones para efectuar cálculos	15

	Pág.
4.2 Perforación primaria (Perf. eléct. rotativa)	16
4.2.1 Análisis de la operación	17
4.2.2 Estudio de la operación	17
4.2.3 Cálculo de la producción	17
4.2.4 Estándar de producción	19
4.3 Perforación secundaria (Track drill)	19
4.3.1 Análisis de la operación	20
4.3.2 Estudio de la operación	20
4.3.3 Cálculo de la producción	20
4.3.4 Estándar de producción	22
4.4 Carguío (pala mecánica)	22
4.4.1 Análisis de la operación	22
4.4.2 Estudio de la operación	23
4.4.3 Cálculo de la producción	23
4.4.4 Estándar de producción	23
4.5 Acarreo (Camiones)	25
4.5.1 Camiones (85 TM)	25
4.5.1.1 Análisis de la operación	25
4.5.1.2 Estudio de la operación	26
4.5.1.3 Cálculo de la producción	26
4.5.1.4 Estándar de producción	26
4.5.2 Camiones (100 TM)	28
4.5.2.1 Análisis de la operación	28
4.5.2.2 Estudio de la operación	28
4.5.2.3 Cálculo de la producción	28
4.5.2.4 Estándar de producción	30

	Pág.
4.6 Equipo auxiliar	30
4.6.1 Cargador frontal	31
4.6.1.1 Análisis de la operación	31
4.6.1.2 Estudio de la operación	31
4.6.1.3 Cálculo de la producción	31
4.6.1.4 Estándar de producción	33
4.7 Resultados	33
4.7.1 Resumen	33
4.7.2 Producción neta	34
4.7.3 Estándares de producción	34
4.8 Controles	36
CAPITULO 5: DEMORAS-CONCLUSIONES	37
5.1 Análisis de observaciones	37
5.2 Estandarización de demoras	37
5.3 Análisis	40
5.4 Utilización de equipos	40
CAPITULO 6: ESTANDARIZACION DE COSTOS DE PRODUCCION	42
6.1 Consideraciones	42
6.1.1 Generalidades	42
6.1.2 Costos estándar	43
6.2 Perforación primaria	44
6.2.1 Elementos considerados análisis	44
6.2.2 Costo estándar por metro perforado	54
6.2.3 Costo estándar por tonelada removida	55
6.3 Perforación secundaria	56
6.3.1 Elementos considerados	57

	Pág.
6.3.2 Costo estándar por metro perforado	61
6.3.3 Costo estándar por tonelada removida	61
6.4 Carguío	63
6.4.1 Elementos considerados	63
6.4.2 Costo estándar por tonelada movida	66
6.5 Acarreo	67
6.5.1 Camiones M85	67
6.5.1.1 Elementos considerados	67
6.5.1.2 Costo estándar por tonelada acarreada	71
6.5.2 Camiones M100	71
6.5.2.1 Elementos considerados	71
6.5.2.2 Costo estándar por tonelada acarreada	74
6.6 Equipo auxiliar	74
6.7 Resultados - Resumen	74
6.8 Controles	75
CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES	77
CAPITULO 8: RECOMENDACIONES	82
BIBLIOGRAFIA.	86

\*\*\*

## CAPITULO 1

### GENERALIDADES

Siendo la actividad minera el principal rubro de las exportaciones en nuestro país, le corresponde a la Ingeniería de Minas realizar un constante desarrollo y actualización de los métodos de trabajo que emplea para la extracción de los minerales, elevando el rendimiento de los equipos que se utiliza, y por tanto elevando la productividad dentro de sus operaciones.

La productividad como relación directa entre la producción obtenida, y los costos de inversión, presenta dos alternativas para poder elevarla: Minimizar los costos de inversión o elevar la producción a un grado óptimo.

El análisis de los costos de inversión siempre ha merecido especial atención mediante diversos estudios técnicos, dejándose en muchos casos el realizar estudios adecuados para mejorar la producción como actividad.

Sabemos que con mejores índices de productividad incrementaremos directamente: Progreso, Desarrollo y Bienestar dentro de una región y asimismo, del País. Por esto, es que me he preocupado por otorgar fundamental interés a la ejecución del presente trabajo, a fin de encontrar y establecer estándares por equipos para la

producción y el de sus correspondientes costos, mediante estudios del trabajo que realizan el Binomio Hombre-máquina y de sus elementos complementarios; y así aprovechar tiempos improductivos, eliminar actividades innecesarias, recuperando horas-hombre y horas-máquina para utilizarlas racionalmente.

En la industria y/o actividad minera existen algunas empresas con muy bien implementados departamentos para realizar estos estudios y en las que no los tienen se realizan estudios de manera muy limitada y en algunos casos sin aplicar métodos adecuados de estudio.

En otras especialidades de la Ingeniería existen buenos y desarrollados métodos de estudio de la producción, el trabajo, su rendimiento, etc. que bien pueden ser aplicados para los diferentes estudios y trabajos que se realizan en minería.

## CAPITULO 2

### INTRODUCCION

Al establecer los estándares, mediante estudios de la producción, el trabajo, sus métodos, etc., obtendremos una herramienta necesaria para elevar rendimientos, desarrollar nuevos y mejores métodos de trabajo; servirán además: para planificar, desarrollar y ejecutar programas de producción y sus correspondientes controles; efectuar modificaciones, seleccionar equipos, etc.

El éxito a obtenerse dependerá fundamentalmente del factor humano, elemento importante dentro de todos los niveles jerárquicos de la empresa, al hacerlo partícipe, informarle adecuadamente y lograr su aceptación para su aplicación y uso.

Debo recordar que su estudio, determinación y uso, son de comprensión simple, fácil aplicación y de gran utilidad. Por lo que para su ejecución se tendrá en consideración las características y circunstancias propias de cada una de las impresas donde se realicen.

#### 2.1 Objetivo

Establecer estándares de producción y de sus respectivos costos, anuales, semestrales, según requerimientos para fortalecer las diferentes instancias y la de sus participantes en todo el

proceso operativo-productivo de una empresa minera, fundamental - mente dentro de las áreas de mina y de mantenimiento.

Racionalizar y elevar la producción de cada una de sus máqui nas o equipos motivos de estudio, utilizadas en minería, mediante el uso de estándares como parámetros de producción, evaluación y control de las operaciones efectuadas en el laboreo de minas.

Elevar los rendimientos y la productividad en las empresas mineras, utilizando tales estándares y actualizándolos mediante adecuados estudios : sobre los elementos que intervienen en el pro ceso productivo, al aplicar los principios y técnicas desarrolla dos por la Ingeniería Industrial para optimizar sus resultados.

## 2.2 Alcance

Por su utilidad y fácil aplicación, es posible establecerlos en todas las empresas mineras del país teniendo en cuenta que se pueden realizar estudios y análisis acerca de todo tipo de maqui naria o equipo, siguiendo las pautas consideradas.

Los estándares como parámetros de producción y de costos ser virán para múltiples usos, como: proyectos, planificación, super- visión, administración, contabilidad, etc.

## CAPITULO 3

### CONSIDERACIONES BASICAS

En Ingeniería Industrial se han desarrollado técnicas para conocer la actividad realizada por un hombre y/o una máquina y medir su rendimiento. En forma análoga como lo hace la Física, Química, etc. para conocer el estado de un proceso, midiendo los parámetros que intervienen en éste. Tratando de unificar criterios en el empleo de las técnicas del estudio del trabajo.

#### 3.1 Aplicación de principios de Ing. Industrial

Los ejecutivos de la industria minera, afrontan los mismos problemas complejos que los de otras industrias, para tomar decisiones en la ejecución de los diferentes programas de trabajo, siendo por tanto el aporte de la Ing. Industrial "Un conjunto valioso y poderoso de herramientas gerenciales" como parte integral de la técnica de la Administración.

Para obtener máximos beneficios dentro de una empresa, será necesario:

Ofrecer una permanente asistencia con principios científicos, en todos los programas donde se encuentre la participación de los elementos, humano, máquina o equipo y materiales; con investigación, desarrollo y control de los recursos que intervienen en un

proceso, para obtener buenos y mejores resultados; presentando alternativas en su distribución, modos y técnicas para el manejo de las relaciones humanas, logro de las diferentes metas de la empresa, desde la elaboración de un producto hasta su venta, con los beneficios esperados; así sabremos que su asistencia podrá abarcar la mayor parte de los problemas que se presentan en una empresa.

Todo esto repercutirá en: la administración general, organización, mantenimiento, planeamiento, inventarios, reemplazamiento de equipos, evaluación de puestos, establecimiento de estándares de producción y de costos y la consiguiente obtención de un óptimo rendimiento.

El adecuado asesoramiento permitirá:

- Reducir costos de operación
- Incrementar la recuperación
- Mejorar la calidad de los productos
- Mejorar el control e
- Incrementar las ganancias

En resumen: explotar, analizar, medir, simplificar y mejorar las funciones, que siempre serán de beneficio y utilidad a una empresa minera, pero apoyándose más en el trabajo de equipo y otorgando importancia al aspecto científico; económico y administrativo de las cosas.

Viendo estos aspectos, no habrá duda alguna de los grandes

beneficios que, con la aplicación de estas herramientas modernas, alcanzará la minería.

### 3.2 Estándares - Concepto

Son patrones o modelos de rendimiento, capacidad de producción y de sus correspondientes costos; éstos se establecen con anticipación a un proceso productivo, de manufactura o de elaboración, donde los elementos que se consideran deben de reflejar cantidades específicas en base a ciertas condiciones supuestas de eficiencia, aspectos económicos y otros, que sirven para diversas aplicaciones previas al proceso y evaluación al final de un período o ciclo, comparando resultados.

También, es la cantidad que se debería de producir y lo que debería costar un producto o una operación de un proceso durante un período de tiempo, siempre sobre la base de ciertas condiciones supuestas de: eficiencia, económicas y demás factores.

Según sea el caso, los valores, resultado de la producción y sus costos, se compararán con algún tipo de patrón o medida, el estándar, el cual debe de ser "una determinación científica que represente un buen nivel de producción".

Todas las actividades rutinarias y repetitivas son susceptibles de ser estandarizadas.

#### 3.2.1 Estándar de producción

Es aquel que sirve para medir el rendimiento y eficiencia; así como para controlar la productividad de mano de obra

(hombre) y equipos teniendo en cuenta las condiciones de trabajo.

### 3.2.2 Tipos de estándar

- Real o medio.- Es aquel que se establece en base a condiciones actuales, para un período inmediato próximo de tiempo corto; donde cualesquiera variación respecto al estándar representa una desviación por ineficiencia controlable, si no fuese así, deberá de revisarse y corregir en función de tal desviación. Será de interpretación fácil y de mucha utilidad.

- Normal u óptimo.- Es aquel que se establece de acuerdo a condiciones normales del proceso de operación, durante un período o ciclo completo; son posibles de lograr su cumplimiento, aunque en muchas circunstancias se presentan efectos no previstos por causas fundamentalmente ajenas al control directo de la empresa. También se pueden considerar en este tipo, los llamados de Alto nivel, de rendimiento factible; donde se prevee ciertas deficiencias de operación consideradas inevitables; son posibles de alcanzar mediante una actuación efectiva.

- Ideal.- Se establece sin considerar los cambios de condiciones que se presentan durante un proceso productivo; representando un nivel de funcionamiento que se lograría con la mejor combinación posible de los factores que intervienen, como uso y rendimiento; ésto es, logrando una máxima producción según el sentido estricto de la ingeniería. Se establecen para una vigencia larga siendo modificados o cambiados solo cuando ocurran variaciones radicales en el proceso o en el producto.

### 3.3 Conceptos teóricos

La mejora de métodos sub-dividiendo una tarea o trabajo específico en operaciones elementales, y estudiando independientemente cada una de ellas, apareció por primera vez en el año 1883.- Estudio de tiempos - F.W. Taylor.

Lo siguiente es un resumen de conceptos básicos elementales del estudio del trabajo, no pretendiendo por tanto hacer un tratado de técnicas de productividad.

#### 3.3.1 Estudio del trabajo

Es el análisis que se realiza a los diferentes elementos que intervienen en el trabajo, y los problemas que se presentan en todos sus aspectos; aplicando diferentes técnicas para investigar mediante procedimientos sistemáticos su presencia y ocurrencia, con la finalidad de conseguir una mejor productividad, aprovechando al máximo los recursos y medios existentes en una empresa.

Estos estudios pueden iniciarse en cualquier momento, sin efectuar mayor inversión de capital y para obtener beneficios efectivos inmediatos.

#### 3.3.2 Ingeniería de métodos

Es la técnica que se ocupa de la integración del ser humano dentro del proceso de producción, logrando que desarrolle más efectivamente las tareas que se le asignan; de modo que se le considere como parte en el diseño del proceso productivo, al relacionar los elementos humano y máquina.

Tal propósito se apoya en los resultados que se obtienen del estudio y diseño de métodos, complementados por la medición del trabajo.

### 3.3.3 Medición del trabajo

Es la aplicación de técnicas tales como: el estudio de tiempos y muestreo del trabajo, para determinar el contenido de trabajo de una tarea definida, de un trabajador o una máquina, según normas de ejecución pre-establecidas.

### 3.3.4 Tiempos y movimientos

Son elementos cuantificables que intervienen en el trabajo, se establecen mediante técnicas de diagramas de proceso, para determinar con la mayor exactitud posible el tiempo transcurrido de un movimiento como parte o subdivisión de una tarea o trabajo específico. Incluye el ajuste del tiempo real al de el pre-establecido para cumplir una tarea a ritmo normal y de acuerdo al método establecido.

### 3.3.5 Muestreo del trabajo

Es una técnica que se utiliza para determinar los elementos y actividades que se encuentran presentes en el ciclo del trabajo total. Llamado también "Técnica de las observaciones instantáneas", basado en tomas al azar, que permite la medición de tiempos de actividad e inactividad de operarios y de máquinas.

### 3.3.6 Estudio de la producción

Es la técnica que permite constatar que se han tomado en cuenta todos los factores u elementos que intervienen y ocurren

durante el período de trabajo, sin descuidar alguno, prestando atención especial a : las interrupciones de trabajo, tareas ocasionales, y tiempo improductivo debido a causas poco comunes.

Sirve para:

- Comprobar si las normas de tiempo cubren todas las actividades previstas y su exactitud.
- Observar la frecuencia de espera y otras demoras que pueden presentarse al trabajador.
- Obtener la información necesaria para calcular los suplementos por contingencias e interferencias trabajador-máquina.
- Registrar rendimientos y logros.
- Controlar el desarrollo de las actividades.

### 3.3.7 El analista

Es un profesional que debe de considerar y complementar todos sus conocimientos y capacidad para lograr un eficiente trabajo en equipo, dando la debida importancia a la parte científica, económica y administrativa.

#### 3.3.7.1 Cualidades

- Habilidad para percibir situaciones problemáticas, y el uso de estrategia conceptual para superarlas.
- Sinceridad y honradez para lograr confianza y respeto de las personas con quienes trabaja.
- Entusiasmo, debe de sentir verdadero interés por su trabajo, estar convencido de la importancia de su labor y transmitirlo a los que lo rodean.

- Sentimiento humano y don de gentes con el personal de las diferentes categorías, interesándose por sus problemas, tratando de comprenderlos.

- Tacto reflexivo para evitar dañar, aún cuando hubiese motivo.

- Buen aspecto y presencia, pulcritud y aseo para causar buena impresión.

- Confianza en sí mismo, defender sus opiniones, haciéndolas respetar sin ofender a otros.

#### 3.3.7.2 Responsabilidades

- No comenzar estudios por su cuenta, sin haber sido antes presentado a los trabajadores por su supervisor.

- Estar atento para responder preguntas sobre la técnica a emplearse.

- Poner a prueba, dudar y examinar el método propuesto, para asegurarse que esté correcto antes de establecerlo.

- No tomar decisiones ajenas al estudio que realiza.

- No permitirse críticas u opiniones en público, sobre otros trabajadores, que puedan ser mal interpretadas.

## CAPITULO 4

### APLICACION PRACTICA - ESTANDARES DE PRODUCCION

La determinación de estándares de producción son el resultado de aplicar las técnicas del estudio del trabajo, al analizar, examinar y evaluar los diferentes elementos o actividades que se presentan o intervienen en una determinada tarea o labor como parte o el todo de un proceso productivo; midiendo el trabajo realizado y el tiempo utilizado, con la finalidad de reducir o eliminar tiempos y elementos improductivos para aprovecharlos racionalmente.

#### 4.1 Ciclo de minado-operaciones

Las operaciones de mayor importancia que intervienen en el laboreo de minas son: Perforación, Voladura, Carguío y transporte del mineral. Llamado también ciclo de minado. Dependiendo éstas de los objetivos y requerimientos de producción, así como de las características de cada empresa minera.

Para el presente trabajo se ha considerado el equipo o maquinaria utilizado en una mina a cielo abierto (es necesario hacer incapié que el método utilizado puede ser aplicado para cualquier tipo o equipo minero) siendo el siguiente:

- Perforación primaria, mediante perforadoras eléctricas rotativas con brocas de 9 7/8" de diámetro.

- Perforación secundaria, con perforadoras neumáticas (track drill) con brocas de 4" de diámetro.
- Carguío, mediante palas electromecánicas con capacidad del cucharón de 11 Yd<sup>3</sup>.  
Transporte o acarreo, con camiones de 85 y 100 TM de capacidad.
- Equipo auxiliar, Cargador frontal y tractores.

#### 4.1.1 Estudio de las operaciones

Observando las operaciones en forma independiente, cada una de ellas se ha analizado para determinar los elementos que integran su ciclo de trabajo, con la finalidad de identificarlos y facilitar su toma de tiempos.

Estos elementos se han clasificado de acuerdo a su naturaleza en:

- Elementos normales repetitivos.- Son los que se presentan en un ciclo de trabajo en forma ordenada y continua.

- Elementos normales eventuales.- Son los que se presentan en forma normal pero con irregularidad.

- Elementos extraños.- Son aquellos que se presentan con frecuencia según el horario de trabajo o turno, pero que son ajenos a la operación propia.

Cada uno de éstos será identificado en su operación correspondiente.

#### 4.1.2 Obtención de datos

- El estudio de tiempos y el análisis de las operaciones

se realiza con el apoyo de personal entrenado y capacitado para desarrollar este tipo de labores, procurándose en lo posible que se realice en zonas de trabajo equivalentes a las condiciones en que se efectuarán los trabajos de mina durante el tiempo de vigencia de los estándares a establecer.

- Las muestras utilizadas, han sido escogidas en días y circunstancias diferentes, considerando los tres turnos de trabajo, según sea el uso del equipo estudiado. De modo que el estudio se realice de manera completa e integral, lográndose una representatividad real de las distintas operaciones.

- El método de cronometraje empleado, es el de "observación continua" o "sobre la marcha", es decir, que cuando se controla durante un período de tiempo, el cronómetro se pone en marcha hasta el fin del período; registrando los tiempos cada vez que finaliza uno de los elementos considerados o no considerados, obteniéndose una información real de todo lo acontecido.

- Teniendo los datos de campo en forma continua se procede a determinar el tiempo de duración de cada uno de los elementos observados, efectuando la diferencia entre el tiempo de finalización de un elemento anterior y el del inicio del siguiente elemento. A partir de estos datos se obtiene el tiempo de duración por elemento y su incidencia como parte de un ciclo operativo.

- Los resultados del estudio de tiempos tendrán la confianza y exactitud requeridas como fiel reflejo de lo observado, utilizando el número de muestras necesarias, las cuales serán se -

leccionadas en base a los principios matemáticos de estadística: error, tolerancia, nivel de confianza, moda, media aritmética y desviación estándar.

- Las diferentes demoras que se presentan en el estudio de la operación que se detalla en el cap. 5, se estandarizan, como se verá en el mencionado capítulo.

- El cálculo de los estándares se realiza finalmente a partir de: El estudio y la normalización de cada uno de los elementos considerados y el de los tiempos normalizados de cada uno de éstos.

Los elementos y sus tiempos son normalizados (estandarizados) para determinar los estándares.

#### 4.1.3 Consideraciones de valores para realizar cálculos-resultados

- Elementos repetitivos; su valor cuantificado se obtiene directamente a partir del estudio de tiempos, por ser actividades integrantes directos y obligatorios como parte del ciclo.

Estos valores encontrados se encuentran indicados en cada uno de los cuadros correspondientes a las operaciones estudiadas, por lo que no se incluyen cuadros adicionales.

- Elementos eventuales; como son normales pero de presencia irregular, intervienen como complemento luego de varios ciclos, su valor cuantificado se asignará en proporción al número de ciclos a los que complementa. Este valor será consecuencia de una

buena observación y de exhaustivo análisis, por lo que deberá de normalizarse e incluir en forma prorrateada para cada ciclo. En el caso de la perforación, es elemento eventual el traslado entre zonas de trabajo o a zonas de seguridad, etc. y no el traslado entre punto y punto dentro de una misma zona. Entonces el prorrateo de su valor se realizará entre el número total de puntos o taladros de una zona. Se le incluye dentro de las demoras sólo para fines de cálculo.

- Elementos extraños o ajenos, se calculan directamente a partir del estudio de tiempos, siendo considerados como demoras. Pero es del caso hacer la siguiente aclaración; que, existen algunas demoras que se prolongan por más tiempo que el que le corresponde a un período de estudio, por lo que es conveniente realizar cálculos y análisis recurriendo a información complementaria para normalizar su incidencia.

Por su ocurrencia los elementos eventuales y extraños se les estudió independientemente para cuantificarlos y utilizar estos datos. Lo cual se incluye en el capítulo 5.

#### 4.2 Perforación Primaria

La perforación, primera operación del ciclo de minado se realiza mediante Perforadoras eléctricas rotativas marca Bucyrus erie 45 R con barrenos de 30 pies de largo por 9 pulgadas de diámetro, cuello guía y brocas de 9 7/8 pulgadas de diámetro.

Las observaciones se han realizado en zonas de tipo de roca similares a las que se presentarán durante el siguiente período.

Cada perforadora es accionada por un Operador y su ayudante.

#### 4.2.1 Análisis de la Operación

La ejecución de un ciclo de operación se realiza de la siguiente manera:

La máquina se desplaza hacia el lugar o punto de perforación, donde se indica las características del taladro a realizar; una vez en el lugar, se instala, acomoda y nivela, luego procede a perforar con el primer barreno, coloca el segundo barreno y luego perfora con éste hasta la altura deseada; después saca el segundo barreno y lo coloca en el portabarreno, finalmente saca el primer barreno y procede a preparar la máquina para retirarse, recogiendo las gatas de nivelación, y se desplazará hacia otro punto de perforación.

#### 4.2.2 Estudio de la Operación

Los elementos en que se ha dividido el ciclo de operación se presentan en el cuadro 4.1.

#### 4.2.3 Cálculo de la Producción

A partir de los datos obtenidos se tiene:

Tiempo neto por ciclo (Tc) = 1728 seg  
Nº de ciclos/hora (C) = 2.08  
Producción por ciclo (Pc) = 15 m/ciclo  
Factor de rendimiento (Fr) = 0.80 = 80%  
- Producción neta/hora (PN) = 24.96 m/hr

$$C = \frac{\text{seg/hora}}{T} = \frac{3600 \text{ seg}}{1728 \text{ seg}} = 2.08$$

CUADRO 4.1

ELEMENTOS CUANTIFICADOS DEL CICLO DE OPERACION (PERFORACION PRIMARIA)

ELEMENTOS	CICLO (seg)	TURNOS (min)
<u>Normales repetitivos</u>		
Desplazamiento de la máquina entre puntos	115	18.30
Nivelación de la máquina	90	14.33
Perforación del primer barreno	825	131.29
Coloca segundo barreno	91	14.48
Perfora segundo barreno	410	65.25
Saca y coloca el segundo barreno en el portabarreno	86	13.69
Saca y asegura el primer barreno	53	8.43
Recoge gatas de nivelación	58	9.23
<b>Sub-Total</b>	<b>1728</b>	<b>275</b>
<u>Normales eventuales</u>		
Saca y coloca el primer barreno en el portabarreno	12.6	2
Coloca primer barreno en el portabarreno, baja y sube castillo	18.8	3
Traslado de máquina entre zonas de trabajo	62.8	10
<b>Sub-Total</b>	<b>94</b>	<b>15</b>
<u>Extraños o ajenos</u>		
Inspección del equipo	62.8	10
Mantenimiento mec. eléctrico y otros	502.6	80
Refrigerio	188.5	30
Refrigerio extendido	125.7	20
Cambio de guardia	314.2	50
<b>Sub-Total</b>	<b>1194</b>	<b>190</b>
<b>Tiempo total ciclo</b>	<b>3016</b>	
<b>Tiempo total guardia</b>		<b>480</b>

$$PN = C. Pc . Fr = 2.08 \times 15 \times .80 = 24.96 \text{ m/hr}$$

$$\underline{PN = 24.96 \text{ mt/hr}}$$

#### 4.2.4 Estándar de producción

De los datos normalizados se tiene:

- Tiempo normal del ciclo (Tn) = 3016 seg
- N° de ciclos/hora (Cn) = 1.1936
- Producción por ciclo (Pc) = 15 m
- Factor de rendimiento (Fr) = 0.80
- Estándar de Producción (EP) = 14.3 m/hr

$$EP = Cn . Pc . Fr = 1.1936 \times 15 \times .80 = 14.3 \text{ m/hr}$$

$$\text{ESTANDAR DE PRODUCCION POR HORA} = 14.3 \text{ metros/hora}$$

$$\text{ESTANDAR DE PRODUCCION TURNO} = 114.4 \text{ metros/turno}$$

#### 4.3 Perforación Secundaria

Esta perforación tiene como finalidad apoyar a la perforación primaria, otorgando facilidades para el desarrollo de las otras operaciones. Esta operación se realiza mediante Perforadoras neumáticas (Track drill) Marca Ingersoll Rand, apoyada por una compresora portátil, con barrenos de 10 pies de largo por 1 1/2 pulgadas de diámetro, y brocas 3 ó 4 pulgadas de diámetro.

Cada perforadora trabaja con un operador y un ayudante.

#### 4.3.1 Análisis de la Operación

La ejecución de un ciclo de operación se realiza de la siguiente manera:

El equipo se desplaza hacia el punto de perforación, se acomoda y baja la gufa apoyándose sobre la superficie, colocándose en la posición adecuada, seguidamente procede a perforar, luego retira el barreno y sube la gufa separándola de la superficie; preparándose para realizar otra perforación. Todo esto corresponde a la operación principal. Además, deberá de realizar labores como: Abastecerse de combustible y de agua; trasladarse entre diferentes zonas de labor, efectuando maniobras de enganche y desenganche con la compresora.

#### 4.3.2 Estudio de la Operación

Se ha dividido la operación en los siguientes elementos según el cuadro 4.2.

#### 4.3.3 Cálculo de la Producción

Con los datos obtenidos se tiene:

$$\text{Tiempo neto por ciclo (Tc)} = 316 \text{ seg}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de ciclos/hora (C)} = 11.39$$

$$\text{Producción por ciclo (Pc)} = 3 \text{ m.}$$

$$\text{Factor de rendimiento (Fr)} = 0.80 = 80\%$$

$$\text{PRODUCCION NETA/HORA (PN)} = 27.34 \text{ m/hr}$$

$$\text{PN} = \text{C} \cdot \text{Pc} \cdot \text{Fr} = 11.39 \cdot 3 \cdot .80 = 27.34 \text{ m/hr}$$

$$\text{PN} = 27.34 \text{ metros/hora}$$

CUADRO N°4.2

ELEMENTOS CUANTIFICADOS DEL CICLO DE OPERACION (PERFORACION SECUNDARIA)

ELEMENTOS	CICLO (seg)	TURNO (min)
<u>Normales repetitivos</u>		
Desplazamiento entre puntos	38	36.68
Baja la guía	33	31.85
Perforación del barreno	207	199.79
Retira el barreno	19	18.34
Sube la guía	19	18.34
Sub-Total	316	305
<u>Normales eventuales</u>		
Abastecimiento de comb. y/o agua	5.1	5
Traslado entre zonas de labor	25.8	25
Maniobras enganche desenganche	5.1	5
Sub-Total	36	35
<u>Extraños o ajenos</u>		
Inspección	10.3	10
Mantenimiento mec.eléct. y otros	31.1	30
Refrigerio	31.1	30
Refrigerio extendido	20.7	20
Cambio de guardia	51.8	50
Sub-Total	145	140
Tiempo total ciclo	407	
Tiempo total guardia		480

#### 4.3.4 Estándar de Producción

De los datos normalizados se tiene:

Tiempo normal del ciclo (Tn) = 497 seg.

Nº de ciclos/hora (Cn) = 7.24

Producción por ciclo (Pc) = 3.0 m

Factor de rendimiento (Fr) = 0.80

ESTANDAR DE PRODUCCION (EP) = 17.36 m/hr

$EP = Cn \cdot Pc \cdot Fr = 7.24 \times 3 \times .80 = 17.36 \text{ m/hr}$

ESTANDAR DE PRODUCCION POR HORA = 17.36 metros

ESTANDAR DE PRODUCCION POR TURNO = 138.88 metros

#### 4.4 Carguío

Una vez realizado el disparo o voladura de las rocas sea mineral o desmonte, se acondiciona el terreno para el ingreso de las palas mecánicas para proceder a recoger el material roto y depositarlo en los vehículos de transporte. El carguío se realiza mediante palas electromecánicas de marca P & H 1900 con cucharón de 11 yardas cúbicas.

Las palas son accionadas por un operador y un ayudante.

##### 4.4.1 Análisis de la Operación

El ciclo de operación de la pala mecánica se realiza de la siguiente manera:

La máquina se ubica frente al material movido, en esta posición introduce el cucharón en la roca y la levanta hasta pre -

sentarlo sobre la unidad de acarreo, deposita el material y regresa haciendo un giro para recoger nuevamente material, esta operación se repite por 6 ó 7 veces aproximadamente de acuerdo a la capacidad del camión a cargar, asimismo deberá desplazarse y avanzar sobre el material para abastecerse de éste. Luego espera que se retire el camión cargado y que se cuadre el siguiente para repetir la operación de cargufo.

#### 4.4.2 Estudio de la Operación

Los elementos en que se ha dividido el ciclo de operación se presentan en el cuadro N°4.3.

#### 4.4.3 Cálculo de la Producción

Con los datos obtenidos se tiene:

- Tiempo neto por ciclo ( $T_c$ ) = 26.5 seg
- N° de ciclos/hora ( $C$ ) = 135.35
- Factor de llenado ( $F_{ll}$ ) = 0.85
- Producción por ciclo ( $P_c$ ) = 12.15 TM
- Factor de rendimiento ( $Fr$ ) = 0.85

$$P_c = 0.7646 \text{ m}^3/\text{Yd}^3 \times 11 \text{ Yd}^3 \times 1.7 \text{ TM}/\text{m}^3 \times .85$$

$$P_c = 12.15 \text{ TM}$$

$$PN = C \cdot P_c \cdot Fr = 135.35 \times 12.15 \times .85 = 1,403$$

$$\text{PRODUCCION NETA POR HORA} = 1,403 \text{ TM/hr}$$

#### 4.4.4 Estándar de producción

De los datos normalizados se tiene:

- Tiempo norm. del ciclo ( $T_n$ ) = 53 seg
- N° de ciclos/hora ( $C_n$ ) = 67.925
- Producción por ciclo ( $P_c$ ) = 12.15 TM
- Factor de rendimiento ( $Fr$ ) = 0.85

CUADRO N°4.3

ELEMENTOS CUANTIFICADOS DEL CILO DE OPERACION - CARGUIO

ELEMENTOS	CICLO (seg)	TURNO (min)
<u>Normales repetitivos</u>		
Recoge material y presenta cucharón	14.5	131.32
Descarga y regresa	10.5	95.10
Desplazamiento y avance dentro de zona de trabajo	1.5	13.58
Sub-Total	26.5	240
<u>Normales eventuales</u>		
Traslados, paradas: entre áreas de trabajo y por disparo	1.1	10
Espera a camión	1.7	15
Tractor limpiando área	2.8	25
Sub-Total	5.6	50
<u>Extraños o ajenos</u>		
Inspección	1.1	10
Mantenimiento mec. eléct. y otros	8.8	80
Refrigerio	3.3	30
Refrigerio extendido	2.2	20
Cambio de guardia	5.5	50
Sub-Total	20.9	190
Tiempo Total ciclo	53	
Tiempo Total guardia		480

$$EP = Cn \cdot Pc \cdot Fr = 67.925 \times 12.15 \times .85 = 701.5$$

ESTANDAR DE PRODUCCION POR HORA = 701.5 TM

ESTANDAR DE PRODUCCION POR TURNO = 5,612 TM

#### 4.5 Acarreo

El material extraído es transportado, después de haber sido cargado a los vehículos de transporte que son en este caso Camiones Lectra haul de 2 tipos: de 85 y 100 TM de capacidad de acarreo; según la denominación de: M85 y M100 respectivamente. La operación de acarreo se realiza para diferentes fines: Transporte de mineral de la mina hacia la chancadora, desmonte desde la mina hasta los botaderos, y mineral chancado desde la tolva de finos hasta las canchas de lixiviación o Pads, por lo que se puede apreciar que existe diversidad de condiciones de los accesos y carreteras por donde deberán de desplazarse.

Cada unidad es operada por un chofer.

##### 4.5.1 Camiones M85

###### 4.5.1.1 Análisis de la Operación

El ciclo de operación de los camiones se realiza de la siguiente manera:

El camión para ser cargado de material, ubica en posición a un lado de la pala en retroceso, es cargado con seis descargas como promedio, una vez llena la tolva es avisado mediante un toque de sirena para que proceda a retirarse, se desplaza hasta su destino, distancia que es variable según se indicó anteriormente. Una vez en su destino se cuadra y realiza la

descarga del material, para luego emprender su viaje de retorno y espera según sea el caso para ser cargado nuevamente.

#### 4.5.1.2 Estudio de la Operación

Los elementos en que se ha dividido el ciclo de operación se presenta en el cuadro N°4.4.

#### 4.5.1.3 Cálculo de la Producción

Con los datos obtenidos se tiene:

- Tiempo por ciclo (Tc) = 751 seg
- N° ciclos/hora (C) = 4.79
- Factor de llenado (Fll) = 0.90
- Factor de rendimiento (Fr) = 0.90
- Producción por ciclo (Pc) = 76.5 TM

$$Pc = \text{Capacidad} \times Fll = 85 \times .90 = 76.5 \text{ TM}$$

$$PN = C \cdot Pc \cdot Fr = 4.79 \times 76.5 \times .90 = 329.79$$

$$\text{PRODUCCION NETA POR HORA} = 329.79 \text{ TM}$$

#### 4.5.1.4 Estándar de Producción

De los datos normalizados se tiene:

- Tiempo normal del ciclo (Tn) = 1360 seg
- N° de ciclos/hora (Cn) = 2.64
- Producción por ciclo (Pc) = 76,5 TM
- Factor de rendimiento (Fr) = 0.90
- Estándar de producción (EP) = 182.04

CUADRO 4.4  
ELEMENTOS CUANTIFICADOS DEL CICLO DE OPERACION  
ACARREO CAMIONES M85

ELEMENTOS	CICLO (seg)	TURNO (min)
<u>Normales repetitivos</u>		
Parqueo para cargar	30	10.59
Llenado de tolva	159	56.11
Tiempo de viaje	500	176.43
Parqueo para descargar	15	5.29
Descarga de la tolva	47	16.48
Sub-Total	751	265
<u>Normales eventuales</u>		
Desplazamiento entre zonas de trabajo, parqueo y servicio	14.2	5
Sub-Total	14.2	5
<u>Extraños o ajenos</u>		
Inspección	14.2	5
Mantenimiento mec. eléct. y otros	297.4	105
Refrigerio	85	30
Refrigerio extendido	56.6	20
Cambio de guardia	141.6	50
Sub-Total	599.8	210
Tiempo total ciclo	1360	
Tiempo total guardia		480

$$EP = Cn \cdot Pc \cdot Fr = 2,644 \times 76.5 \times .90 = 182.04$$

ESTANDAR DE PRODUCCION POR HORA = 182.04 TM/hora

ESTANDAR DE PRODUCCION POR TURNO = 1,456.32 TM

#### 4.5.2 Camiones M100

##### 4.5.2.1 Análisis de la Operación

El ciclo de operación de estos camiones se realiza de la misma manera que en 4.5.1.1. (Llena con 7 descargas).

##### 4.5.2.2 Estudio de la Operación

Los elementos en que se ha dividido el ciclo de operación se presenta en el cuadro 4.5.

##### 4.5.2.3 Cálculo de la Producción

Con los datos obtenidos se tiene:

$$\text{Tiempo neto por ciclo (Tc)} = 740 \text{ seg}$$

$$\text{Nº de ciclos/hora (C)} = 4.865$$

$$\text{Factor de llenado (F11)} = 0.90$$

$$\text{Factor de rendimiento (Fr)} = 0.90$$

$$\text{Producción por ciclo (Pc)} = 90 \text{ TM}$$

$$\text{Producción neta x hr (PN)} = 393.66$$

$$PN = C \cdot Pc \cdot Fr = 4.86 \times 90 \times .90 = 393.66$$

PRODUCCION NETA POR HORA = 393.66 TM/hora

CUADRO 4.5  
ELEMENTOS CUANTIFICADOS DEL CICLO DE OPERACION  
ACARREO CAMIONES M100

ELEMENTOS	CICLO (seg)	TURNO (min)
<u>Normales repetitivos</u>		
Parqueo para cargar	30	10.74
Llenado de tolva	185	66.25
Tiempo de viaje	463	165.81
Parqueo para descargar	15	5.37
Descarga de la tolva	47	16.83
Sub-Total	740	265
<u>Normales eventuales</u>		
Desplazamiento entre zonas de trabajo, parqueo y servicio	14	5
Sub-Total	14	5
<u>Extraños o ajenos</u>		
Inspección	14	5
Mantenimiento mec. eléct. y otros	293	105
Refrigerio	83.7	30
Refrigerio extendido	55.8	20
Cambio de guardia	139.5	50
Sub-Total	586	210
Tiempo total ciclo	1340	
Tiempo total guardia		480

#### 4.5.2.4 Estándar de Producción

De los datos normalizados se tiene:

Tiempo normal por ciclo (Tn) = 1340 seg

Nº de ciclo/hora (Cn) = 2.69

Producción por ciclo (Pc) = 90 TM

Factor de rendimiento (Fr) = 0.90

Estándar de producción (EP) = 217.3

ESTANDAR DE PRODUCCION POR HORA = 217.3 TM/hora

ESTANDAR DE PRODUCCION POR TURNO = 1,738.4 TM

#### 4.6 Equipo Auxiliar

Las diferentes operaciones del ciclo de minado necesitan de un permanente y efectivo apoyo para cumplir con sus objetivos de trabajo. Por lo que en nuestro caso, se dispone de los siguientes equipos:

Cargador frontal de cucharón con cap. de 15 Yd<sup>3</sup>

Cargador frontal de cucharón con cap. de 6 Yd<sup>3</sup>

Tractores de oruga con buldozer y riper

Tractores de ruedas con buldozer

Motoniveladoras

Cada uno de estos equipos están diseñados para cumplir labores específicas, pero por tratarse de actividades fundamentalmente eventuales o de contingencia, merecen prestarles una especial atención para realizar el estudio y análisis de su operación, su ciclo de trabajo y determinar sus estándares. Uno de ellos, por

realizar una labor posible de cuantificar, es el cargador frontal por su capacidad de cucharón y apoyo directo en carguío, será estudiado a continuación.

#### 4.6.1 Cargador frontal

##### 4.6.1.1 Análisis de la operación

Este equipo es versátil y de buena maniobrabilidad, su labor fundamental es la de carguío cuyo ciclo de operación se puede describir como sigue:

Se desplaza sobre la zona de trabajo, luego recoge material accionando convenientemente su cucharón, retrocede y lo presenta hacia el lugar donde se encuentra estacionado el vehículo que será cargado; frente al vehículo se desplaza, descarga el material, retrocede y baja el cucharón para repetir la operación.

##### 4.6.1.2 Estudio de la Operación

Los elementos en que se ha dividido el ciclo de operación se presentan en el cuadro 4.6.

##### 4.6.1.3 Cálculo de la Producción

Con los datos obtenidos se tiene:

Tiempo neto por ciclo ( $T_c$ ) = 60 seg

Nº ciclos/hora (C) = 60

- Factor de llenado (F<sub>ll</sub>) = 0.80

- Factor de rendimiento (Fr) = 0.85

CUADRO 4.6  
ELEMENTOS CUANTIFICADOS DEL CICLO DE OPERACION  
CARGADOR FRONTAL

ELEMENTOS	CICLO (seg)	TURNO (min)
<u>Normales repetitivos</u>		
Desplaza, recoge, retrocede y presenta el cucharón	35	163.33
Desplaza, descarga, retrocede y baja el cucharón	25	116.67
Sub-Total	60	280
<u>Normales eventuales</u>		
Tralados varios	2.2	10
Sub-Total	2.2	10
<u>Extraños o ajenos</u>		
Inspección	2.2	10
Mantenimiento mec. eléct. y otros	17.2	80
Refrigerio	6.4	30
Refrigerio extendido	4.3	20
Cambio de guardia	10.7	50
Sub-Total	40.8	10
Tiempo total del ciclo	103	
Tiempo total guardia		480

Producción por ciclo (Pc) = 15.6 TM

↳ Producción neta x hora (PN) = 795.6 TM/hr

$$1 \text{ Yd}^3 = 0.7646 \text{ m}^3$$

$$Pc = 15 \times .7646 \times 1.7 \times .80 = 15.6 \text{ TM}$$

$$PN = 60 \times 15.6 \times .85 = 795.6 \text{ TM/hora}$$

PRODUCCION NETA POR HORA = 795.6 TM/hora

#### 4.6.1.4 Estándar de Producción

De los datos normalizados se tiene:

Tiempo normal por ciclo (Tn) = 103 seg

Nº de ciclos x hora (Cn) = 34.95

Producción por ciclo (Pc) = 15.6 TM

Factor de rendimiento (Fr) = 0.85

Estándar de producción (EP) = 463.5

$$EP = Cn \cdot Pc \cdot Fr = 34.95 \times 15.6 \times .85 = 463.5 \text{ TM/hr}$$

ESTANDAR DE PRODUCCION POR HORA = 463.5 TM/hora

ESTANDAR DE PRODUCCION POR TURNO = 3,708 TM

### 4.7 Resultados

#### 4.7.1 Resumen

Los resultados son consecuencia de haber realizado: estudio, análisis de las operaciones, estudio de tiempos de los diferentes elementos que conforman la operación, en los diferentes

equipos considerados. Luego todos los datos obtenidos han sido normalizados para utilizarlos, finalmente en la determinación de los estándares de producción.

#### 4.7.2 Producción Neta

Se ha establecido así, la producción que es posible realice un equipo durante una hora neta o efectiva de trabajo, considerando solamente los elementos normales repetitivos del ciclo de operación; teniéndose los resultados que se presentan en el cuadro 4.7.

CUADRO 4.7

EQUIPO	PRODUCCION NETA
Perforadora primaria	24.96 m/hr
Perforadora secundaria	27.34 m/hr
Pala electromecánica	1,403.0 TM/hr
Camiones de 85 TM	329.79 TM/hr
Camiones de 100 TM	393.66 TM/hr
Equipo Aux. cargador frontal	795.6 TM/hr

#### 4.7.3 Estándares de Producción

Se han determinado considerando todos los elementos directos e indirectos que intervienen en un ciclo de operación por hora y turno.

CUADRO 4.8

ESTANDARES DE PRODUCCION

CUADRO RESUMEN

EQUIPO	TIEMPO NETO X CICLO (seg)	N. CICLOS POR HORA	UTILIZACION X TURNO (%)	FACTOR DE LLENADO (%)	PROD. POR CICLO TM (m *)	RENDIMIENTO (%)	PRODUCCION TM (mt *)		
							HORA NETA	POR HORA	POR TURNO
PERF. PRIMARIA	1,728	2.08	57.3	--	15.0 *	80	24.96 *	14.30 *	114.4 *
PERF. SECUNDARIA	316	11.39	63.5	--	3.0 *	80	27.34 *	17.36 *	138.88 *
PALA MECANICA	26.5	135.85	50.0	85	12.15	85	1,403.0	701.5	5,612
CAMIONES M85	751	4.79	55.2	90	76.5	90	329.79	182.04	1,456.32
CAMIONES M100	740	4.86	55.2	90	90.0	90	393.66	217.3	1,738.4
CARGADOR FRONTAL	60	60.0	58.2	80	15.6	85	795.6	463.83	3,710.64

#### 4.8 Controles

- Una vez determinados los estándares de producción y establecida su vigencia, deberán de servir como un permanente medio o norma de control sobre los resultados que se obtengan de las diferentes operaciones estudiadas.

Según sean las características de cada centro minero, el período de vigencia de los estándares puede ser de un año, aunque será conveniente evaluarlos para actualizarlos de ser necesario.

- Un efectivo control se logrará mediante una buena información a todo el personal que intervenga en el proceso, entregando sus resultados a los supervisores, instruyendo convenientemente a los operadores para lograr conseguir los efectos deseados.

- Con habilidad se podrá conseguir la confianza del personal, y recibir su constante colaboración, obteniendo permanentemente datos de interés para estudios posteriores.

- Como todo estudio, el presente estará sujeto a correcciones y modificaciones para establecer las mejoras necesarias para optimizarlo; pero, será pertinente mantener un criterio establecido.

- Los mecanismos de control se establecerán de acuerdo a: partes, reportes, informes, cuadros, gráficos que se preparen para tal finalidad; por guardia, día, mes, etc.

## CAPITULO 5

### DEMORAS

En el cuadro N°5.1, se puede observar el resultado de las observaciones de campo y de su estudio de tiempos, realizado en forma integral y continua durante los diferentes turnos de trabajo, habiéndose complementado con informaciones de las áreas de mina y de mantenimiento, reportes, códigos, asignación de demoras, etc.

#### 5.1 Análisis de Observaciones

Las demoras por refrigerio y cambio de guardia superan el 26% del total del turno o guardia.

El total de demoras 64.58% se observa que es muy elevado, mientras que el tiempo neto trabajado es de solamente el 35.42%. Datos que influyen directamente en el rendimiento.

El alto porcentaje correspondiente a las demoras y su consiguiente resultado sobre el total del tiempo neto trabajado hace necesario normalizar las demoras para realizar la estandarización.

#### 5.2 Estandarización de Demoras

Ver Cuadro N°5.2.

CUADRO N°5.1

CUADRO DE DEMORAS - EQUIPO DE MINA

EQUIPO	PALA MECANICA		PERFORADORA MECANICA		CAMIONES	
	TIEMPO (min)	% DE GUARDIA	TIEMPO (min)	% DE GUARDIA	TIEMPO (min)	% DE GUARDIA
REFRIGERIO	60'37"	12.63	63'22"	13.20	48'19"	10.07
CAMBIO DE GUARDIA	67'27"	14.05	70'10"	14.62	61'59"	12.61
TRASLADOS Y DEMORAS POR DISPARO	19'05"	3.98	20'42"	4.31	19'30"	4.06
DEMORAS Y ERRORES DE OPERACION	70'10"	14.83	18'40"	3.89	48'10"	10.04
DEMORAS POR MANTENIMIENTO	91'40"	19.10	92'28"	19.26	114'12"	23.79
TOTAL DE DEMORAS	309'59"	64.58	265'22"	55.28	292'10"	60.87
TOTAL TIEMPO TRABAJADO	170'01"	35.42	214'38"	44.72	187'50"	39.13

CUADRO 5.2  
DEMORAS ESTANDARIZADAS POR TURNO DE 3 HORAS  
(TIEMPO EN MINUTOS)

DEMORA	EQUIPO	PALA MEC.	PERF. PRIM.	CAMIONES M85-M100	CARGADOR FRONTAL	PERFORADORA SECUNDARIA
Refrigerio		30	30	30	30	30
Refrigerio Extendido		20	20	20	20	20
Cambio guardia		50	50	50	50	50
Inspección		10	10	5	10	10
Traslados		10	10	5	10	10
Tractor limpiando área		25	--	--	--	--
Espera camión		15	--	--	--	--
Mantenimiento y otros		80	85	105	80	35
TIEMPO TOTAL		240	205	215	200	175

### 5.3 Análisis

Mediante el análisis realizado, al estudio de tiempos y a la información de los reportes de mina, al examinar las características e influencia de cada una de las demoras en las operaciones de mina, se ha optado por estandarizar determinadas demoras que se presentan inevitablemente en dichas operaciones.

El resultado es una relación de demoras consideradas como de ocurrencia normal dentro de la actividad o trabajo realizado en cada turno, y se las ha incluido por lo tanto dentro del ciclo normalizado para cada equipo estudiado, según el cuadro N°5.2.

### 5.4 Utilización de Equipos

A partir de haber obtenido los estándares de demoras, estableceremos el porcentaje (%) de utilización de los equipos.

En el cuadro N°5.3 encontramos la utilización de los equipos expresado en porcentajes.

CUADRO 5.3

UTILIZACION DE EQUIPOS POR TURNO

(TIEMPO EN MINUTOS)

EQUIPO	TIEMPO TOTAL TURNO	TIEMPO TOTAL DEMORAS	TIEMPO TOTAL DISPONIBLE	UTILIZACION POR TURNO (%)
PALA MECANICA	480	240	240	50.0
PERFORADORA PRIMARIA	480	205	275	57.3
PERFORADORA SECUNDARIA	480	175	305	63.5
CARGADOR FRONTAL	480	200	280	58.3
CAMIONES	480	215	265	55.2

## CAPITULO 6

### ESTANDARIZACION DE COSTOS DE PRODUCCION

#### 6.1 Consideraciones

##### 6.1.1 Generalidades

Los datos y fuente de información se obtienen de las áreas que intervienen directamente en tales fines como: Mina, Mantenimiento, Administración, Contabilidad y Logística, etc. Según sus informes, reportes, etc., como:

Estándares de producción y rendimiento de los equipos considerados.

Reportes mensuales de costos y presupuestos.

Informes mensuales de producción.

Informes mensuales de mantenimiento eléctrico.

Informes mensuales de mantenimiento mecánico.

Archivos de uso y récords de accesorios e implementos de diferentes operaciones.

Reportes de activos fijos.

Reportes de pedidos y suministros.

Ordenes de compras, etc.

Los elementos considerados y, que intervienen en cada operación, se han obtenido a partir de su estudio y análisis como

parte del proceso productivo. Asimismo, se han encontrado los materiales e insumos que se utilizan.

Los estándares de producción y rendimiento de equipos utilizados, son los determinados en la primera parte del presente trabajo.

Para efectuar los cálculos se han utilizado como unidades básicas: las horas-hombre y horas-máquina de operación, las que constituyen una unidad mínima común, sobre las cuales se pueden determinar los costos.

Se ha considerado como costos directos: Materiales, Mano de Obra y Energía; y como costos indirectos: Supervisión y Mantenimiento.

#### 6.1.2 Costos Estándar

a) Los costos estándar son patrones o modelos predeterminados establecidos para ser utilizados en un determinado período de producción, donde se toma en cuenta los factores que son parte o intervienen en la producción. En nuestro caso, para cada equipo de una operación como parte del proceso.

b) Se establecen mediante el siguiente criterio:

- Se estudia cada operación y se identifican los elementos o factores que intervienen en su ejecución.

- Se determina los correspondientes costos por hora de operación según sea el caso, de cada elemento o factor.

- Luego se suman los valores de los diferentes

factores que intervienen.

En resumen, para fijar los costos se debe de observar minuciosamente cada operación en estudio, teniendo en cuenta el nivel de producción que se espera alcanzar.

c) Su aplicación es muy variada, sirve por ejemplo:

- Para evaluar los costos .. resultado obtenidos.
- Para determinar eficiencias de operación, pudiendo descubrirse irregularidades, desperfectos y otros.
- Para determinar otros costos.
- En administración, planeamiento, supervisión, etc.

Los costos estándar son parámetros de control que se determinan a partir de los estándares de producción.

## 6.2 Perforación Primaria

### 6.2.1 Elementos considerados - Análisis

Para el cálculo, se han utilizado los costos siguientes:

- Brocas
- Accesorios (barrenos, estabilizadores y grasa)
- Mano de obra (operador y ayudante)
- Energía
- Supervisión, y
- Mantenimiento (servicios mecánicos y eléctricos en general).

6.2.1.1 Brocas

Según información del departamento de operaciones de mina, y por las observaciones realizadas se han seleccionado las brocas a utilizar, como sigue:

a) Se ha observado cada una de las brocas usadas por tipo y marca.

b) Se ha tomado en cuenta el motivo de su baja, habiéndose empleado en este caso las de baja por uso normal.

Los precios de las brocas se han obtenido a partir de: pedido de suministros, órdenes de compra y kárdex valorado.

El rendimiento y costo por metro perforado de las brocas consideradas se tiene en el cuadro N°6.1.

$$\text{Costo promedio} = \frac{\sum (\text{costo/ m} \times n)}{N}$$

donde: n = número de brocas por tipo.

N = número total de brocas

costo/m = costo promedio por metro perforado por tipo de broca.

$$\text{Costo promedio} = \frac{(31.966 \times 5) + (32.616 \times 23) + \dots}{135}$$

$$\text{Costo promedio} = \frac{4,207.538}{135} = 31.167$$

$$\text{COSTO DE BROCA POR METRO PERFORADO} = \underline{\underline{I/. 31.167}}$$

CUADRO N°6.1

BROCAS UTILIZADAS - COSTO POR METRO PERFORADO (INTIS)

MARCA (CANTIDAD)	TIPO	COSTO UNIT. (INTIS)	VIDA PROMEDIO (mts)	COSTO METRO PERFORADO
HUGHES (5)	HH-77	102,875	3,218.28	31.966
HUGHES (25)	HH-44	101,050	3,098.20	32,616
REED (5)	M62J	113,900	3,358.50	33,914
REED (8)	M34J	31,150	1,034.98	30.097
SMITHSA (7)	QMJ	20,770	404.84	51.304
SMITHSA (56)	Q5JL	84,560	2,868.19	29.482
SMITHSA (25)	Q7JL	84,560	3,109.01	27.198
SMITHSA (6)	Q7HJL	84,560	2,573.78	32.854

#### 6.2.1.2 Accesorios

En la perforación se utiliza: Barrenos, Estabilizadores y grasa.

- Barrenos de 8'7/8" x 32'6" que se conectan al motor de rotación y sirve para transmitir el movimiento de rotación y las presiones de perforación a la broca que va colocada en la parte inferior después del estabilizador.

- Estabilizadores o cuellos, que sirven para controlar y guiar el avance de la perforación y para proteger en su avance a la broca.

- Grasa, utilizada como lubricante en conexiones y empalmes entre el motor de rotación, barrenos, estabilizador y broca.

El resumen de los accesorios utilizados se tiene en el cuadro. N° 6.2.

Nota: el costo del estabilizador incluye a 10 reparaciones de I/.5,500.00 c/u.

COSTO ACCESORIOS POR METRO PERFORADO = I/.12.66 /

#### 6.2.1.3 Mano de Obra

Cada perforadora es accionada por un operador y un ayudante, considerados para determinar el costo de mano de obra.

CUADRO N°6.2

ACCESORIOS - PERFORACION PRIMARIA

ACCESORIO	MARCA/TIPO	VIDA PROM. (METROS)	COSTO UNITARIO (INTIS)	COSTO/METRO (INTIS)
BARRENO	BELCO 8 5/8" x 32'	32,500	168,675	5.19
ESTABILIZADOR	BELCO DE ALETAS	24,400	154,208	6.32
GRASA	TEXACO TEXCLAD-2	53	60.95	1.15
TOTAL	-	-	-	12.66

Según datos obtenidos de planillas y de derechos por beneficios, leyes sociales y otros; se ha establecido que corresponde un adicional de 87.34% sobre el jornal o haber total.

CUADRO 6.3

MANO DE OBRA POR TURNO

PUESTO-CARGO	TOTAL JORNAL	LEYES BENEFICIOS Y OTROS
OPERADOR	287.45	251.06
AYUDANTE	261.31	223.22
TOTAL	548.76	479.28

$$\begin{aligned} \text{Costo x metro perforado} &= \frac{\text{total mano de obra}}{\text{Estándar Prod. Turno}} \\ &= \frac{1,028.04}{114.4} = 8.986 \end{aligned}$$

$$\text{COSTO MANO DE OBRA X METRO} = 1/.8.986$$

6.2.1.4 Energía

La energía utilizada por las perforadoras es eléctrica, y se ha calculado a partir de los kW-hr consumidos, cuyo costo incluye: Consumo de combustible de las turbinas y gastos de operación de fuerza.

Costos de operación de la casa de fuerza por kW-hr producidos, según datos de los últimos meses se tiene en el Cuadro 6.4.

CUADRO N°6.4

MES	kW-Hr Prod.	Costo de Oper.
1	4'242,200	249,862
2	5'360,100	265,856
3	6'744,600	231,148
4	7'036,600	261,280
5	6'592,400	-
TOTAL	29'975,900	1'088,146
PROMEDIO	5'995,180	252,057

- Costo de Oper. por kW-hr = I/.0.042

- Costo por consumo de combustible (petróleo)

El consumo de combustible de los últimos meses es:

CUADRO N°6.5

MES	CONSUMO/GALONES
1	642,981
2	839,434.9
3	858,276
4	873,582
5	858,043
TOTAL	4'072,376.9
PROMEDIO	814,475.4

- Costo petróleo diesel N°2 = I/.17.69 galón

- Costo de combustible por kW-hr producido

$$\frac{814,475.4 \times 17.69}{5,995,180} = 2.403$$

Costo de combustible = I/. 2.403

Costo Total por kW-hr producido

Costo de operación I/.0.042

Costo de combustible 2.403

I/.2.445

- Consumo de kW-hr por metro perforado

Se ha establecido relacionando: el rendimiento estándar obtenido según las horas operadas en los últimos 6 meses y el correspondiente consumo de kW-hr en este tiempo, de acuerdo al reporte de "distribución de consumo de energía".

Datos según el cuadro siguiente:

CUADRO 6.6

MES	HORAS OP.	PROD.NETA	kW-hr Consum.	kW-hr/metro
1	675	16,848	82,211	4.88
2	558	13,927.68	68,076	4.887
3	617	15,400.32	47,120	3.06
4	549	13,703.04	68,076	4.967
5	720	17,971.2	93,000	5.174
6	584	14,576.64	75,920	5.208
TOTAL	3,703	92,426.88	434,403	4,700

Consumo promedio = 4.70 kW-hr/metro

Consumo de energía =  $\frac{1}{.11.492}$  /

#### 6.2.1.5 Supervisión

De acuerdo al sistema actual de trabajo y a la distribución del equipo de mina, la supervisión es:

Perforación prim. y sec. = 1 Sup./turno

Equipo carguío = 1 Sup./turno

Equipo acarreo = 1 Sup./turno

Costo de supervisión por turno

Para determinar el costo de supervisión por turno se ha considerado la siguiente información:

a) Sueldo base prom. estimado

b) Benef. Leyes soc. y otros equiv. a 62.29%

a) 13,379.83

b) 8,334.42

Total: I/.21,714.25

Costo supervisión por turno =  $\frac{21,714.25}{25 \text{ (N}^\circ \text{ turnos)}}$

Costo de supervisión por turno = I/.863.57

Costo de supervisión por hora efectiva

Se ha considerado, que cada supervisor controla el total de perforadoras primarias más 1/3 de las perforadoras secundarias, en razón de que: las perforadoras primarias trabajan los tres turnos y las perforadoras secundarias solamente durante un turno.

Así se tiene:

Utilización efectiva perforadora primaria = 57.3% = 4.584 hrs  
- Utilización efectiva perforadora secundaria = 63.5% = 5.08 hrs.

Total de horas de supervisión por turno:

$$(4.584 \times 3) + (5.08 \times 1) = 18.832 \text{ horas}$$

En el Cuadro N°6.7 se tiene la distribución de costos de supervisión por equipos:

CUADRO N°6.7

EQUIPO	HORAS UTIL.	INCIDENCIA		COSTO HRS. EFEC (I/.)
		%	I/.	
PERF. P1	4.584	24.34	211.41	46.12
PERF. P2	4.584	24.34	211.41	46.12
PERF. P3	4.584	24.34	211.41	46.12
PERF. SEC.	5.08	26.98	234.34	46.12
TOTAL	18.832	100.00	868.57	184.48

Costo supervisión por metro perforado

$$\text{Costo por metro} = \frac{\text{Costo hr supervisión}}{\text{Prod. estándar/hora}} = \frac{46.12}{24.96}$$

$$\text{Costo supervisión por metro perforado} = \underline{\underline{I/.1.848}} /$$

#### 6.2.1.6 Mantenimiento

El costo de mantenimiento se ha obtenido a

partir de datos de reportes mensuales de costos y presupuesto, según el cuadro N°6.8.

CUADRO N°6.8  
COSTO PROMEDIO MENSUAL POR METRO PERFORADO

MES	COSTO (I/.)	PRODUCCION NETA	COSTO X METRO (I/.)
1	447,068.14	13,927.68	32.10
2	687,406	15,400.32	44.64
3	465,758	13,703.04	33.99
4	634,833	17,971.2	35.32
TOTAL	2'235,065	61,002.24	36.639

Costo Mantenimiento x metro Perforado = I/.36.639 /

#### 6.2.2 Costo estándar por metro perforado

Resumen - Perforación primaria

El costo por metro perforado se obtiene como resultado de la suma de los diferentes costos, ver cuadro 6.9.

CUADRO N°6.9

ELEMENTOS	COSTO X METRO (Intis)	PORCENTAJE (%)
Brocas	31.167	30.32
Accesorios	12.66	12.32
Mano de obra	8.986	8.74
Energía	11.492	11.18
Supervisión	1.848	1.80
Mantenimiento	36.639	35.64
TOTAL	102.791	100.00

$$\text{COSTO POR METRO PERFORADO} = \underline{\underline{I/.102.791 /}}$$

### 6.2.3 Costo estándar por tonelada removida

Se encontrará a partir del costo por metro perforado, y del tonelaje que sea removido una vez efectuado el disparo.

Consideraciones:

Ratio = 95.5 TM/mt dato obtenido del informe mensual de producción.

Relación de desbroce en la fecha = 3.1/1

Relación final de desbroce = 1.35/1

Malla de perforación: 7.0 m. x 7.0 m. desmonte  
5.5 m. x 5.5 m. mineral

Tonelaje movido.- Cálculo teórico

$$\text{Ton. desmonte} = 7 \times 7 \times 1 \times 2.6 \text{ TM/m}^3 = 127.4 \text{ TM}$$

$$\text{Ton. mineral} = 5.5 \times 5.5 \times 1 \times 2.6 = 78.65 \text{ TM}$$

Tonelaje movido, para una relación de desbroce = 3.1/1, teóricamente se tiene:

$$\frac{(3.1 \times 127.4) + (1 \times 78.65)}{3.1 + 1} = 115.51 \text{ TM}$$

para una relación de desbroce = 1.35/1

$$\frac{(1.35 \times 127.4) + (1 \times 78.65)}{1.35 + 1} = 106.66 \text{ TM}$$

Cálculo del Ratio para la relación de desbroce = 1.35/1.- a partir del ratio 95.5 TM/mt para una rel. de desbroce = 3.1/1, y

de los cálculos teóricos, tenemos:

$$\frac{\text{TM práctico (3.1/1)}}{\text{TM práctico (1.35/1)}} = \frac{\text{TM teórico (3.1/1)}}{\text{TM teórico (1.35/1)}}$$

de donde obtenemos:

$$\text{TM práctico (1.35/1)} = \frac{106.66 \times 95.5}{115.51}$$

luego:

$$\text{TM práctico (1.35/1)} = \underline{88.18 \text{ TM/mt}}$$

- Ratio para relación de desbroce 1.35/1 = 88.18

Costo estándar por tonelada removida

$$\begin{aligned} \text{Costo x TM rem.} &= \frac{\text{Costo por m. perforado}}{\text{TM removida por metro}} \\ &= \frac{102.79}{88.18} = 1.166 \end{aligned}$$

$$\text{Costo estándar por TM removida} = \underline{I/.1.166}$$

### 6.3 Perforación Secundaria

Se realiza con perforadoras neumáticas "Track Drills" impulsadas por aire comprimido que les proporcionan compresoras Ingersoll Rand DXL 750, para establecer los costos se ha considerado: Materiales o accesorios, Mano de Obra, Energía, Supervisión y Mantenimiento.

### 6.3.1 Elementos Considerados

#### 6.3.1.1 Materiales

Los materiales directos utilizados en esta perforación son: Barrenos, coplas, espigas, grasa y brocas, los que se muestran en el siguiente cuadro resumen.

CUADRO N°6.10

#### MATERIALES UTILIZADOS - PERFORACION SECUNDARIA

ARTICULO	TIPO	VIDA PROM. (mts)	COSTO UNIT. (Intis)	COSTO/METRO (Intis)
BROCAS I.R.	2 1/2"	1,600	7,809.6	4,881
BARRENOS I.R.	1 1/2" x 10'	2,010	2,989.68	1.487
COPLAS I.R.	1 1/2" x 6'	2,010	1,101.94	0.548
ESPIGAS I.R.	1 1/2" x 3 1/2"	6,030	4,190.4	0.695
GRASA TEX.	TEXCLAD 2	150	60.75	0.405
TOTAL	-	-	-	8.016

Costo mater. por metro perforado =  $\frac{1}{.8.016}$  /

#### 6.3.1.2 Mano de Obra

Cada perforadora es accionada por un Operador y un ayudante..

Los costos por turno son: (ver cuadro N°6.11)

CUADRO 6.11

MANO DE OBRA POR TURNO

PUESTO-CARGO	TOTAL JORNAL	LEYES BENEF. Y OTROS
OPERADOR	I/.267.84	I/.233.93
AYUDANTE	258.61	225.87
TOTAL	526.45	459.80

Costo mano de obra turno =  $526.45 + 459.8 = I/.986.25$

Costo por metro perforado

Para una utilización efectiva de 63.5% se tiene 5.08 horas trabajadas por turno, lo que nos da:

Costo por hora =  $I/.986.25 \div 5.08 = I/.194.14$

Para una producción por hora de 27.34 m.

Costo por metro perforado =  $\frac{194.14}{27.34} = I/.7.101 /$

6.3.1.3 Energía

Las perforadoras son impulsadas por aire comprimido proporcionado por compresoras que utilizan petróleo N° 2 como combustible para su funcionamiento.

A partir de información obtenida de mantenimiento durante 8 meses se tiene el siguiente cuadro.

CUADRO N°6.12

MES	HRS. OPERADAS	CONSUMO (gls)	PROMEDIO GLS/HR
1	323	1,605	4.969
2	402	2,543	6.326
3	444	1,829	4.119
4	430	1,709	3.974
5	420	1,610	3.833
6	377	2,050	5.438
7	367	1,245	3.392
8	345	1,976	5.582
TOTAL	3,117	14,567	4.673

Consumo promedio de petróleo por hora = 4,673 gls

Costo de energía por metro perforado

- Petróleo galón = I/.17.69

- Consumo prom. = 4.673 Gls/hr

Costo = 4.673 x 17.69 = I/.32.67

Costo por m. perforado = 82.67/27.34 = 3.024

Costo por metro perforado = I/.3.024

#### 6.3.1.4 Supervisión

El costo de supervisión por hora neta trabajada se ha calculado en (6.2.1.5) y es de I/.46.12.

Costo supevisión por metro perforado =  $\frac{46.12}{27.34} = \underline{\underline{I/.1.687}}$

### 6.3.1.5 Mantenimiento

Los costos se han calculado en base a información del área de mantenimiento (reportes).

#### 6.3.1.5.1 Perforadoras Track Drills

Costo por hora

- Costo promedio mes, de los últimos 11 meses, se tiene

I/.37.650.24 mes

- Horas promedio trabajadas, en el mismo período = 241 horas

$$\text{Costo mantenimiento hora} = \frac{\text{Costo prom.}}{\text{Horas prom.}} = \frac{37,650.24}{241}$$

$$\text{Costo mantenimiento hora} = \text{I/.156.225}$$

#### 6.3.1.5.2 Mantenimiento Compresoras

Según la información de los últimos 11 meses se tiene:

✓ Costo promedio mes = I/. 43,215.00

Horas promedio trabajadas = 241 horas

$$\text{Costo mantenimiento hora} = 43,215/241$$

$$\text{Costo mantenimiento comp. x hora} = \text{I/.179.315}$$

#### 6.3.1.5.3 Costo Perforadora + Compresora

$$\text{Costo Perf. sec.} = 156.225 + 179.315 = 335.54$$

Costo Perf. secundaria = I/.335.54 x hora:

$$\text{Costo de mantenimiento por metro perforado} = \text{I/.335.54/27.34 m} \\ = \underline{\underline{\text{I/.12.273 /}}}$$

### 6.3.2 Costo Estándar por Metro Perforado

#### Resumen - Perforación secundaria

El costo se tiene como resultado de la suma de los costos parciales considerados en el cuadro N°6.15

CUADRO N°6.13

ELEMENTOS	COSTO POR METRO (Intis)	PORCENTAJE (%)
MATERIALES	8.016	24.97
MANO DE OBRA	7.101	22.12
ENERGIA	3.024	9.42
SUPERVISION	1.687	5.26
MANTENIMIENTO	12.273	38.23
TOTAL	32.101	100.00

COSTO TOTAL POR METRO PERFORADO EN PERFORACION SECUNDARIA =  
I/.32.101 /

### 6.3.3 Costo Estándar por tonelada removida

Para determinar este costo será necesario establecer la relación de tonelaje equivalente removido por metro perforado.

#### Cálculo del Ratio TM/mt

Existe muy limitada información sobre tal relación. Se ha conseguido solamente los datos siguientes, de los dos últimos años.

CUADRO N°6.14

AÑO	EQUIPO	MTS. PERF.	HORAS OPER.	TM MOVIDO	RATIO
1	P.Primaria	134,515.2	8,837.8	10,765,105	80.03
1	P. Sec.	74,515.7	4,004	517,150	6.94
2	P. Prim.	166,376.2	9,195.5	14,894,132	89.5
2	P. Sec.	60,256.7	3,238.15	-	-

según el cuadro N°6.14 no se tiene información del Ratio del año 2 por falta del tonelaje movido. Por lo que la relación Ratio la estimaremos a partir del siguiente análisis:

Existe una relación inversa entre los ratios de perforación primaria y perforación secundaria. En razón de que mientras mejore la perforación primaria y su voladura, el tonelaje y material para perforación secundaria disminuirá y en consecuencia su ratio también. Entonces tendremos:

$$\frac{\text{Ratio P. Primaria 1}}{\text{Ratio P. Primaria 2}} = \frac{\text{Ratio P. Sec. 1}}{\text{Ratio P. Sec. 2}}$$

de donde se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Ratio P. Sec. 2} &= \frac{\text{Ratio Prim. 1} \times \text{Ratio Sec. 1}}{\text{Ratio P. Primaria 2}} \\ &= \frac{80.03 \times 6.94}{89.5} = 6.2 \end{aligned}$$

$$\text{Ratio asumido} = 6.2 \text{ TM/mt}$$

$$\text{Costo por TM removida} = \frac{\text{Costo x metro Perf.}}{\text{Ratio est.}}$$

$$= 1/.32.101/6.2 \text{ TM/mt}$$

$$\text{COSTO ESTANDAR POR TM PERF. SEC.} = \underline{1/.5.178}$$

#### 6.4 Carguío

Los elementos considerados para encontrar los costos son los siguientes: Materiales, Mano de Obra, Energía, Supervisión y Mantenimiento.

##### 6.4.1 Elementos considerados

##### 6.4.1.1 Materiales

Como materiales directos de uso en la operación tenemos: uñas, adaptadores y cable de izar.

Los materiales y sus costos utilizados se encuentran en el cuadro siguiente, según datos obtenidos de Logística y de Mantenimiento Mecánico.

CUADRO 6.15

MATERIAL	MARCA-TIPO	VIDA (hr)	COSTO UNIT. (intis)	COSTO X HORA (Intis)
Uñas	Apex LDR-36-5	150	7,550.71	50.34
Adaptador	Esco	1,350	38,516.34	28.53
Cable de Izar	1/2"	340	30,760	90.47
TOTAL	-	-	-	169.34

Costo materiales por hora = I/.169.34 /

Costo Mat. Carguío x TM = I/.0.121 /

#### 6.4.1.2 Mano de Obra

Cada pala es accionada por un operador y un ayudante.

De la información obtenida se tiene:

#### CUADRO N°6.16

#### MANO DE OBRA POR TURNO

PUESTO-CARGO	TOTAL JORNAL	LEYES BENEF. Y OTROS
OPERADOR	I/.307.06	I/. 268.19
AYUDANTE	261.31	228.22
<b>TOTAL</b>	<b>568.37</b>	<b>496.41</b>

Costo Mano de Obra por turno = 568.37 + 496.41  
= I/.1,064.78

Costo Mano de Obra por hr neta = 1,064.78/4 = 266.195

Costo de Mano de Obra carguío x TM = I/.0.190 /

#### 6.4.1.3 Energía

Se utiliza energía eléctrica y su consumo en kW-hr se ha calculado en base al siguiente cuadro.

CUADRO N°6.17  
CONSUMO KW-HR - PALAS

MES	HORAS OPER.	PRODUCCION (TM)	TOTAL KW-HR	PROM KW/TM
1	1,512	2'121,336	561,788	0.2648
2	1,442	2'023,126	537,540	0.3574
3	1,801	2'526,803	649,984	0.2572
4	1,738	2'438,414	514,956	0.211
5	1,554	2'180,262	476,672	0.2186
6	1,133	1'589,599	441,080	0.2774
TOTAL	9,180	12'879,540	3'182,020	0.2471

Costo energía =  $0.2471 \times I/.2.445$  (6.2.1.4)

Costo energía pala por TM =  $I/.0.604$  /

#### 6.4.1.4 Supervisión

El costo de supervisión por turno (6.2.1.5) es de  $I/.868.57$

Para una utilización de 50% y de 4 palas, las horas de supervisión serán =  $8 \times .5 \times 4 = 16$  hrs.

Costo supervisión hora-equipos =  $868.57/16 = 54.286$

Producción por hora neta = 1,403 TM

Costo Supervisión carguío x TM =  $I/.0.039$  /

#### 6.4.1.5 Mantenimiento

Los costos se han calculado a partir de la información del cuadro N°6.18:

CUADRO N°6.18

MES	COSTO TOTAL NETO (Intis)	PRODUCCION (TM)	COSTO X TM (Intis)
1	1'276,885.2	2'023,126	0.631
2	2'164,422.7	2'526,803	0.857
3	634,917.16	2'438,414	0.260
4	1'316,622.5	2'180,262	0.604
TOTAL	5'392,847.56	9'168,605	0.588

Costo Mantenimiento carguío x TM =  $1 / 0.588$

#### 6.4.2 Costo estándar por tonelada movida

Resumen - Carguío

CUADRO N°6.19

ELEMENTOS	COSTO X TM (Intis)	PORCENTAJE (%)
Materiales	0.121	7.85
Mano de Obra	0.190	12.32
Energía	0.604	39.17
Supervisión	0.039	2.53
Mantenimiento	0.588	38.13
TOTAL	1.542	100.00

COSTO POR TM CARGADA = I/.1.542 /

## 6.5 Acarreo

El transporte de material se realiza mediante camiones de 2 tipos: de 85 y de 100 TM de capacidad; por lo que se les ha considerado separadamente, y se les ha asumido supervisión independiente por prestar servicios para dos áreas: Mina y Planta.

### 6.5.1 Camiones M85

#### 6.5.1.1 Elementos considerados

##### 6.5.1.1.1 Materiales

Para este costo se ha utilizado los datos correspondientes al consumo de llantas, mediante información obtenida del área de mantenimiento, según sus reportes de análisis récords y desgaste de llantas.

Marcas utilizadas: Yokohama, Firestone, Bridgestone, Goodyear, Toya, Renova, United y Dunlop.

Promedio de vida de llanta nueva	- 7,000 hr
Promedio de vida llanta reencauchada	= 3,500 hr
Costo llanta nueva	= I/.205,440.00
Costo reencauchado de llanta	= 13,842.00

Se ha establecido que cada llanta sólo acepta una reencauchada. A partir de estos datos se ha obtenido:

Costo total = nueva + reencauchada	= I/.219,282.49
Prom. de vida = nueva + reencauchada	= 10,500 hrs

Costo por hora/oper. de llanta	=	I/.20.884
Costo por juego de llantas/hr (juego de 6 llantas)	=	125.304
Producción neta por hora	=	329.79 TM
Costo acarreo materiales x TM	=	<u>I/.0.380</u> /

#### 6.5.1.1.2 Mano de Obra

Cada camión es operado por un chofer de equipo pesado, cuya información es:

Jornal	=	I/.287.61
Leyes, benefic. y otros	=	<u>243.34</u>
Total	=	521.95
Utilización efectiva en horas	=	4.416
Costo acarreo x hr. neta	=	I/.118.195
Costo mano de obra acarreo x TM	=	<u>I/.0.358</u> /

#### 6.5.1.1.3 Energía

Los camiones utilizan como combustible una mezcla de petróleo diesel y kerosene en una relación de 50% c/u y además aceite.

El consumo de mezcla por hora se ha calculado según información de los últimos meses como se indica en el cuadro siguiente.

CUADRO N°6.20

MES	CONSUMO MEZCLA/HR	CONSUMO ACEITE/HR	HORAS OP.
1	11.796	0.260	3,053
2	11.929	0.265	3,053
3	10.069	0.180	3,182
4	14.185	0.278	3,824
5	11,611	0.284	3,056
6	11.040	0.305	3,907
7	14.470	0.233	2,497
PROM.	12.157	0.2579	3,225

Costo por galón de mezcla:

- Petróleo = I/.8.845
- Kerosene = 5.865
- Galón mezcla = 14.71
- Galón aceite = 99.44

Costo de energía por hora: mezcla + aceite

- Mezcla = 12,157 gl x 14.71 = I/. 178.829
- Aceite = 0.2579 x 99.44 = I/.25.646

Costo energía por hora = I/.204.475

$$\text{Costo energía x TM} = \frac{\text{Costo energía hora}}{\text{Prod. neta por hora}}$$

$$= 204.475/329.79 = I/.0.620$$

$$\text{Costo de energía x TM} = \underline{1/.0.620} /$$

#### 6.5.1.1.4 Supervisión

$$\text{Costo de supervisión por turno} = 1/.868.57$$

$$\text{Horas operadas por flota-turno} = 4.416 \times 9 \text{ unid.}$$

$$= 39.744 \text{ horas}$$

$$\text{Costo supervisión por hora} = 1/.21.854$$

$$\text{Costo supervisión acarreo} = 21.854/329.79$$

$$\text{Costo supervisión acarreo x TM} = \underline{1/.0.066} /$$

#### 6.5.1.1.5 Mantenimiento

Se ha calculado a partir de la información siguiente:

CUADRO 6.21

MES	COSTO I/.	HORAS OPERADAS
1	1'526,921	3,182
2	2'118,616	3,824
3	1'457,708	3,056
4	1'239,341	3,907
TOTAL	6'342,586	13,969

$$\text{Prod. neta equivalente a 13,969 horas} = 4'606,836.51 \text{ TM}$$

$$\text{Costo Mantenimiento acarreo x TM} = \underline{1/.1.377} /$$

### 6.5.1.2 Costo estándar por tonelada acarreada

#### Resumen

CUADRO 6.22

ELEMENTOS	COSTO X TM (Intis)	PORCENTAJE (%)
Materiales	0.380	13.57
Mano de Obra	0.358	12.78
Energía	0.620	22.13
Supervisión	0.066	2.36
Mantenimiento	1.377	49.16
<b>TOTAL</b>	<b>2.801</b>	<b>100.00</b>

COSTO ESTANDAR X TM ACARREADA =  $\frac{I/.2.801}{\text{CAMIONES DE 85 TM}}$

### 6.5.2 Camiones M100

#### 6.5.2.1 Elementos considerados

##### 6.5.2.1.1 Materiales

El costo de consumo de llantas se tiene de (6.5.1.1.1) = I/.125.304 por hora.

Producción neta por hora = 393.66 TM

Costo de materiales por TM =  $\frac{I/.0.318}{\text{ }}$

##### 6.5.2.1.2 Mano de Obra

El costo total por hora se tiene de (6.5.1.1.2) = I/.118.195

$$\text{Costo de mano de obra x TM} = \frac{\text{Costo mano de Obra por hora}}{\text{Producción por hora}}$$

$$\text{Costo de mano de obra x TM} = \text{I/.0.300}$$

#### 6.5.2.1.3 Energía

El combustible que utilizan es el mismo que usan los camiones de 85 TM y su costo se ha calculado a partir de la información de los últimos meses, según el cuadro N°6.23.

CUADRO N°6.23

MES	CONSUMO MEZCLA/HR	CONSUMO ACEITE/HR	HORAS OP.
1	11.718	0.289	2,355
2	18.814	0.243	2,256
3	12.623	0.320	2,155
4	13.840	0.288	2,844
5	14.166	0.256	2,554
6	13.554	0.261	2,246
7	20.180	0.367	1,893
PROMEDIO	14.985	0.289	2,329

$$\text{Costo de mezcla} = \text{I/.14.71/gl}$$

$$\text{Costo de aceite} = 99.44/\text{gl}$$

Costo de energía por hora: mezcla + aceite

$$\text{Mezcla} = 14.985 \times 14.71 = \text{I/.220.429}$$

$$\text{Aceite} = 0.289 \times 99.44 = 28.738$$

Costo de Energía por hora = I/.249.167

Costo de energía por TM =  $\frac{\text{Costo energía/hr}}{\text{Producción hora}}$   
= 249.167/393.66

Costo energía por TM = I/.0.633 /

#### 6.5.2.1.4 Supervisión

Costo de supervisión por turno = I/.868.57

Horas operadas por flota-turno = 4.416 x 6  
= 26.496 horas

Costo de supervisión por hora = I/.32.781

Costo de supervisión por TM = 32.781/393.66  
= I/.0.083 /

#### 6.5.2.1.5 Mantenimiento

Se ha calculado a partir de la información siguiente, de los últimos meses:

CUADRO 6.24

MES	COSTO I/.	HORAS OPERADAS
1	741,410	2,155
2	788,507	2,844
3	613,157	2,554
4	895,300	2,646
TOTAL	3'038,374	10,199

Producción neta equivalente a 10,199 hrs = 4'014,938.34

Costo mantenimiento por TM = I/.0.757 /

#### 6.5.2.2 Costo Estándar por TM acarreada

Camiones 100 TM - Resumen

CUADRO N°6.25

ELEMENTOS	COSTO X TM (Intis)	PORCENTAJE (%)
Materiales	0.318	15.21
Mano de obra	0.300	14.35
Energía	0.633	30.27
Supervisión	0.083	3.97
Mantenimiento	0.757	36.20
<b>TOTAL</b>	<b>2.091</b>	<b>100.00</b>

COSTO ESTANDAR POR TM ACARREADA = I/.2.091 /  
CAMIONES DE 100 TM

#### 6.6 Equipo Auxiliar

Existe muy limitada información para realizar el estudio correspondiente para encontrar los estándares de costos de los diferentes equipos que efectúan labores auxiliares en mina. Razón por la cual no se ha realizado tales cálculos.

#### 6.7 Resultados - Resumen

El siguiente cuadro nos muestra un resumen de los costos estándar de operación de los diferentes equipos estudiados.

CUADRO 6.26

EQUIPO	COSTO HORA NETA (Intis)	COSTO METRO (Intis)	COSTO X TM (Intis)
Perf. primaria	2,565.663	102.791	1.166
Perf. secundaria	877.641	32.101	5.178
Pala Mecánica (Carguío)	2,163.426		1.542
Camiones 85 TM (Acarreo)	923.742		2.801
Camiones 100 TM	823.143		2.091

Los elementos de costo considerados son:

- Materiales de operación
- Mano de obra directa
- Energía consumida
- Supervisión del equipo
- Mantenimiento

Estándares de producción considerados:

- Perf. primaria = 24.96 m/hr
- Perf. Sec. = 27.34 m/hr
- Pala-carguío - 1,403.0 TM/hr
- Camiones M85 = 329.79 TM/hr
- Camiones M100 = 393.66 TM/hr

## 6.8 Controles

Para mantener un efectivo control de los resultados de las diferentes operaciones que se realizan en mina será conveniente:

- Informar permanentemente acerca de los resultados de los estudios que se realicen, a todo el personal que trabaje directamente en tales actividades.
- Efectuar informes: diarios, semanales, etc. de manera que se pueda obtener resultados comparativos inmediatos.

Los controles se realizarán a partir de cuadros, gráficas, etc. que sean suficientes para establecer las comparaciones pertinentes con las cuales podremos evaluar los resultados de todas y cada una de las operaciones a las cuales se les haya establecido sus estándares.

## CAPITULO 7

### CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Es del caso efectuar la siguiente indicación: El presente trabajo motiva sus propios conclusiones y recomendaciones; pero debo de agregar que consecuencia de realizar un estudio similar se obtendrán un sinnúmero de observaciones a consecuencia del estudio y análisis de los diferentes detalles que se presenten durante su desarrollo y que el mencionarlos corresponderá de mayor interés y en particular a la empresa o entidad donde se efectúe.

#### Conclusiones y observaciones:

- Existen técnicas desarrolladas por Ingeniería Industrial para estudiar las actividades que realizan el binomio hombre-máquina para medir y establecer su rendimiento.

- La Ingeniería Industrial es "Un conjunto valioso y poderoso de herramientas gerenciales" que pueden ser utilizadas eficazmente en minería.

- Los estándares son patrones o modelos predeterminados, que se establecen con anticipación a la producción, utilizando criterios de rigidez y flexibilidad, para ser utilizados durante un período fijo y sirven como modelo de rendimiento y eficacia.

- Sus resultados siempre serán favorables, por lo que no necesitan de experimentación, ya que son de permanente aplicación en otras especialidades.

- Los estándares se determinan aplicando técnicas del estudio del trabajo, al tener que analizar, examinar y evaluar las diferentes actividades que se presentan o intervienen como parte de una tarea o labor.

- Para facilitar su realización los diferentes elementos se han clasificado en: Normales repetitivos, Normales eventuales y extraños o ajenos.

- Se usó el cronometraje por "observación continua" con apoyo de personal entrenado, muestras representativas y utilizando principios y técnicas matemáticas para efectuar los cálculos.

- Los estándares se determinan a partir del estudio y normalización de cada uno de los elementos considerados, cuantificando los tiempos.

- El éxito de realizarlos y aplicarlos dependerá de la capacidad y experiencia del analista. Más aún si se trata de encontrar tales resultados por vez primera.

- Su aplicación práctica nos permitirá reducir o eliminar tiempos y elementos improductivos, y aprovecharlos racionalmente.

Del estudio se ha obtenido lo siguiente:

- Los estándares resultado se han determinado en base a condi

ciones actuales y normales sobre áreas de trabajo similares a las que se presentarán en el período donde serán aplicados.

Los estándares encontrados están en los Cuadros 4.7 y 6.26.

- Las mayores pérdidas de tiempo por causas extrañas a la operación de los diferentes equipos se deben a demoras por: Cambio de guardia, refrigerio, refrigerio extendido y por mantenimiento.

- Se observa variación entre los niveles actuales de producción con los estándares encontrados o propuestos, por razones: que el sistema no opera a capacidad plena, por mal uso de: recursos, capacidad de maquinaria, tiempo disponible, métodos de trabajo, etc.

- El establecimiento de nuevos estándares y su cuantificación dependerá fundamentalmente de las demoras o pérdidas de tiempo indicadas líneas arriba.

Los servicios de mantenimiento se realizan durante un solo turno, por lo que disminuye notablemente los tiempos de disponibilidad de los equipos.

- Del estudio se ha observado, como parte sensible del ciclo de operación, que existe una limitada capacidad del equipo de acarreo para cumplir con metas, objetivos y requerimientos.

- La voladura afecta considerablemente en la eficiencia de los diferentes equipos y operaciones, como: Perforación, carguío, acarreo, y chancado del mineral, razón por la que merece prestarle

especial atención. Para lograr óptimos resultados.

- Muchas demoras operativas se deben a deficiencias que cometen los operadores de los equipos, por falta de instrucción y entrenamiento adecuado.

- Al efectuar comparaciones de datos obtenidos al realizar el estudio, con los actuales reportes de mina, se observa que existen muchas deficiencias en asignación de demoras y códigos que no corresponden a la causa; diferencias entre el tiempo real y el reportado.

- Existe limitado mantenimiento de: carreteras, acceso y áreas de trabajo, que influyen negativamente en las operaciones, por causa del polvo o por exceso de agua; asimismo por falta de señalización.

La supervisión es factor importante del que dependerá las buenas instrucciones y órdenes que se den y su correspondiente verificación de resultados.

Se ha observado equipos paralizados o efectuando labores que no les son propias, por descuido en dar instrucciones u órdenes.

- Se observa limitadas comunicaciones y coordinación entre secciones de trabajo y su personal, motivando cruce o interferencia de órdenes, operaciones innecesarias, obstáculos en las actividades, etc.

- Los costos se han determinado en base a información documen

tada de las diferentes áreas que participan para el uso de equipos; contabilidad, abastecimientos, logística, mantenimiento y mina.

- Al no existir trabajo anterior sobre costos estándar no se ha podido comparar ni controlar con los costos reales.

- Existe limitada información sobre precios de artículos, equipos, etc. menos un adecuado sistema de actualización de precios.

- Lo anterior motiva un insuficiente control de rendimientos, utilización y selección de materiales, accesorios, etc.

- Por falta de información de consumo de materiales, energía y otros, se limita el análisis de las operaciones, uso de materiales, selección de artículos a utilizar; así como el descuido de un uso adecuado y económico.

- Los costos por mantenimiento tienen una mayor incidencia en todas las operaciones observadas.

- En perforación primaria los costos por accesorios tienen mayor incidencia, siendo las brocas el costo principal.

- El costo de producción depende de la eficiencia y rendimiento de los equipos, por lo que a mayor eficiencia se tendrán menores costos de operación y viceversa.

- Los diferentes precios de artículos, materiales, etc. varían constantemente por las fluctuaciones en el cambio por moneda extranjera.

## CAPITULO 8.

### RECOMENDACIONES

- Establecer los estándares encontrados, como parámetros de producción y de costos para el siguiente período de producción-explotación.

- Realizar otros estudios de métodos, medida del trabajo, etc. como complemento al presente con la finalidad de obtener mejoras en la producción.

- Realizar constantemente estudios, de acuerdo a metas y objetivos de las empresas, para establecer nuevos estándares según sea el caso; preparar personal e implementar secciones para la realización de los diferentes estudios recomendados.

- Optimizar las diferentes operaciones para elevar la productividad, modificando métodos de trabajo y aprovechando racionalmente sus recursos.

Prestar atención especial a las operaciones de perforación y voladura, porque dependerá de sus resultados el desarrollo de las otras operaciones.

- Controlar los tiempos que se pierden por demoras de operación y procurar eliminar aquellas extrañas e innecesarias.

- Mantener mejor y efectiva coordinación entre las áreas que intervienen directamente en el desarrollo de las operaciones.

Reestructurar el uso de equipos cuya capacidad instalada exceda a las necesidades de producción.

- Mantener permanentemente programas de entrenamiento para operadores y ayudantes de los equipos, para obtener buenos y mejores resultados de las operaciones y evitar retrasos, faltas y demoras innecesarias.

- Mantener programas de entrenamiento especiales para supervisores y otro personal de apoyo en el manejo de los diferentes equipos, para superar cualquier contingencia que se presente durante las operaciones.

- Realizar estudios sobre análisis de los servicios y de las demoras motivadas por mantenimiento para reducir las paralizaciones que ocasionan éstas, y lograr mejor disponibilidad de los equipos.

- Instruir al personal para obtener una veraz información mediante los reportes de operaciones.

- Realizar estudios y proposiciones que tengan por finalidad aprovechar los tiempos perdidos por las principales demoras.

- Coordinar con el área de mantenimiento para que los diferentes servicios que prestan a los equipos se realicen durante los tres turnos y no en uno solamente.

- Realizar estudios específicos sobre los equipos de acarreo, al haberse observado que son éstos de muy limitada capacidad instalada respecto a los otros equipos.

- Mantener controles permanentes sobre las operaciones de perforación y voladura, pues de ellas dependerán mejorar las otras operaciones.

- Efectuar un permanente servicio de mantenimiento de accesos y carreteras y áreas de trabajo, presentando mejores condiciones de trabajo.

- Establecer los estándares de costos propuestos como medida comparativa para con los resultados que se obtengan durante el siguiente ejercicio.

- Mantener especial control sobre los elementos cuyos costos son elevados y de mayor incidencia como: Mantenimiento en todos los equipos, Materiales de perforación y energía en cargío.

- Mantener constante control de precios de todos los artículos, accesorios, etc. en Kardex valorados y actualizados.

- Modificar los controles de almacén, para poder estudiar y analizar el rendimiento de artículos de características similares y de igual uso.

- Emitir listados oficiales de precios actualizados de todos los artículos que se utilizan en las operaciones, para un mejor control.

Realizar mejores controles en el uso y consumo de los diferentes materiales utilizados en operaciones para optimizar resultados de éstas.

Efectuar un mejor y mayor control del consumo de energía, combustible, etc.

- De los resultados, asimismo se pueden concluir y recomendar cambios radicales en el régimen laboral, modificaciones de estructura administrativa, de producción, etc.

## BIBLIOGRAFIA

- W.K. Mc Aleer.- "Como aumentar los beneficios por medio de la Ingeniería Industrial". Methods Engs. DV. H.B. Maynar y Co. Inc.
- R. Gibellini.- Las profesiones en nuestra empresa, Ingeniería Industrial, El seranito, Mayo 1971.
- M.H. Mathewson "Aplicación de Ingeniería Industrial en una mina" Marzo 1960.
- O.I.T. Ginebra "Introducción al estudio del trabajo". 2<sup>da</sup> edición.
- Edward V. Krick.- "Ingeniería de métodos". Edit. Limusa-Wiley S.A., México, 1971.
- Juan J. Trijillo.- "Elementos de Ingeniería Industrial" Edit. Limusa-Wiley S.A. México 1970.
- John J.W. Neuner, Ph. D. "Contabilidad de costos" principios y práctica, 2<sup>da</sup> edic. en español, México, 1976.
- M. Backer y L. Jacobsen "Contabilidad de costos". Un enfoque administrativo y de gerencia, México, 1978.
- L.G. Arista M. .- "Metodología de la Investigación". Lima Perú - 1980.
- Hermann Max "Investigación económica, su metodología y su técnica", México, 1979.

Informes varios, rendimiento de equipos y análisis de operaciones,  
etc.

- Reportes varios, separatas, folletos, etc.

ADDENDUM

"ESTANDAR"

En el presente trabajo se ha utilizado la palabra "estándar", que es la españolización del vocablo del idioma inglés "standard", porque existe dificultad en encontrar un término equivalente; lo que motiva se generalice la costumbre entre los traductores ibero-americanos el utilizar la palabra españolizada, unos usan "standard" y otros "estándar". Su concepto específico se encuentra en las páginas: 7, 43, 77 del mismo.

El problema interpretativo se complica debido a que el vocablo "standard" tiene en el idioma inglés amplios y diversos usos como sustantivo y como adjetivo, cuya traducción sería: -como sustantivo: patrón, modelo y -como adjetivo: normal, corriente, regular.

Además, dentro del argot de las ciencias, en la ingeniería se gún sea la especialidad, esta palabra tiene diferentes significados específicos.

Idiomáticamente se complica mas aún. al tener que utilizar un adjetivo en singular para modificar un sustantivo en plural (aunque en nuestro idioma se acepta en determinadas circunstancias o giros idiomáticos)

En trabajos de especialización o científicos se usan ocasionalmente ciertas locuciones tomadas de otros idiomas para evitar expresarlas con perífrasis más o menos extensas.

- ESTANDARES : plural de estándar
- ESTANDARIZAR : ajustar a un modelo, tipo patrón, realizar estándares
- ESTANDARIZACION : acción y efecto de estandarizar
- NORMALIZAR : encontrar y determinar valores tipo cuantificados de tiempo, a cada elemento que interviene y forma parte de un ciclo de operación, mediante la técnica de medida del trabajo, aplicando "Criterios de Trabajo"; pág. 15, 34, 37.
- NORMALIZACION. : Acción y efecto de normalizar.