

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA

Geológica Minera Metalúrgica



ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD MINERA

Southern Perú Copper Corporation

Informe de Ingeniería

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR:

Rolando Escudero Ponte

Promoción 87

LIMA - PERU

1998

ANÁLISIS DE LA

PRODUCTIVIDAD

MINERA

PROLOGO

La productividad es progreso, bienestar laboral, social el incremento de esta no necesariamente significa el incremento de equipos mecanizados de reciente tecnología, que es uno de los medios, sino también es, conjugar y poner en coordinación los recursos técnicos, naturales con la que actualmente contamos, los mismos que deben estar ajustados a un juicio técnico, ligado íntimamente a los detalles de operación.

Muchas de las empresas mineras no mantienen el equilibrio entre el factor mecánico y humano razón por la cual la productividad es aleatoria, pasando muchas veces a un segundo orden.

Con el presente informe deseo iniciar el estudio de las técnicas que nos ayudaran a producir mas. El tema es amplio a tal grado que cada técnica mencionada podría ser un tema específico para una tesis, por tal motivo señores jurados sirvance comprender las limitaciones en este primer avance hacia la productividad en minería.

ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD MINERA

I.- INTRODUCCION	Pág.
1.1 Lineamientos Generales	1
1.2 Objetivos Primarios	2
1.3 Evolución de la Producción Minera	3
II. TÉCNICAS DE PRODUCTIVIDAD	4
2.1 Definiciones y Parámetros	6
2.2 Procedimientos e implantación	12
2.2.1 Aplicación práctica	14
2.3 Controles Estadísticos	32
2.3.1 Aplicacion práctica	33
III. ANÁLISIS DE LOS FACTORES EN PRODUCTIVIDAD	
3.1 Mano de Obra	46
3.2 Herramientas y su Utilización	47
3.3 Equipos y su Distribución	48
3.4 Materiales y sus Características	49

IV. DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DE MINADO

4.1 Minería Superficial y productividad	50
4.2 Resumen analítico	53
4.2.1 Perforación	53
4.2.2 Voladura	54
4.2.3 Excavación y carguío	55
4.2.4 Acarreo y disposición	56
4.2.5 Operaciones conexas	58

V. EVALUACIÓN DE RENDIMIENTOS

5.1 Transporte sobre Rieles y Neumáticos	59
5.1.1 Factores determinantes	59
5.2 Carguío y Excavación. Aplicación práctica	61
5.2.1 Resultados	68

VI. CONCLUSIONES	69
-------------------------	-----------

IV. DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES DE MINADO

4.1 Minería Superficial y productividad	50
4.2 Resumen analítico	53
4.2.1 Perforación	53
4.2.2 Voladura	54
4.2.3 Excavación y carguío	55
4.2.4 Acarreo y disposición	56
4.2.5 Operaciones conexas	58

V. EVALUACIÓN DE RENDIMIENTOS

5.1 Transporte sobre Rieles y Neumáticos	59
5.1.1 Factores determinantes	59
5.2 Carguío y Excavación. Aplicación práctica	61
5.2.1 Resultados	68

VI. CONCLUSIONES	69
-------------------------	-----------

ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD MINERA

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Lineamientos Generales

El presente estudio tiene como objetivo incentivar, incrementar y evaluar las diferentes técnicas de productividad con el fin de tener mejores resultados en nuestra producción.

El motivo por lo que he decidido escoger el tema en mención es para proporcionar de una manera entendible los criterios y conceptos que puedan resultar de interés utilidad a los profesionales para su aplicación; como se podrá apreciar en las operaciones mineras del país, existe hasta un 80% de compañías mineras que no están aplicando las variadas técnicas de productividad, motivo por el cual las diferentes etapas de producción minera son ineficientes.

En términos generales la pequeña y mediana minería son los mas afectados por cuanto incide en sus operaciones los siguientes factores:

- **La no utilización de técnicas de productividad**
- **La baja cotización internacional de los minerales**
- **Los problemas sociales**

Nosotros como ingenieros Mineros estamos en la obligación de hacer eficientes nuestro centro laboral, para lo cual tenemos que apoyarnos en las diferentes técnicas de productividad.

El segundo factor escapa a nuestro control.

El tercer factor considera que un 50% es de nuestra responsabilidad y tiene que ver bastante con los resultados óptimos de nuestra producción.

1.2 Objetivos Primarios

El objetivo principal de este estudio es lograr un consenso técnico Minero-Industrial, tomando como fuente los recursos humanos técnicos y naturales, estos recursos al ser bien utilizados nos conducirán a una alta producción a un costo bajo.

1.3 Evolución de la Producción Minera

- La evolución de la producción minera subterránea en el Perú, a desarrollado un avance de nivel medio debido a los factores que menciono a continuación:
- Inversión Restringida (sector privado)
- Reducida transferencia de tecnología
- La incidencia de la crisis económica Peruana
- Escasa aplicación de la Ingeniería de Producción

CUADRO: 1

EVOLUCION DE LA TECNOLOGIA MINERA EN EL PERU

AÑOS		AVANCE TECNOLOGICO
1930	1945	Netamente Manual
1945	1960	Trabajo manual excepto la perforación y transporte
1960	1965	Trabajo manual excepto perforación, carguío y transporte
1965	1975	Semimecanizacion total
1975	1985	Mecanizacion máxima lograda
1985	1995	Tecnología estacionaria

II. TÉCNICAS DE PRODUCTIVIDAD

Antes de abordar en detalle el tema que constituye el objeto de este estudio, es decir "Análisis de la Productividad Minera" es necesario hacer algunas consideraciones previas acerca del contenido, con el fin de delimitar el presente trabajo debido a que es inconmensurable la aplicación de la Ingeniería Industrial en la Minería, en la que las actividades de un trabajo es repetitivo, excluyente, mixto, etc. siendo estos factores intrínsecos a la zona explorada.

En la Minería nacional se da con frecuencia y parecen limitarse exclusivamente al factor trabajo y volumen mensual de extracción.

El objetivo ingenieril debe ser reducir los costos y aumentar el volumen de producción previa programación.

En el sector minero las técnicas de productividad son similares a las otras industrias tales como metalurgia, química, textil, del plástico etc. Entre las técnicas de productividad tenemos las siguientes:

- **Análisis de Mano de obra**
- **Análisis de Métodos**
- **Estudio del ciclo del trabajo**

- **Incentivo de salarios**
- **Planeamiento de la producción**
- **Control de Calidad**
- **Control de materiales y equipos**
- **Búsqueda de baja eficiencia**
- **Tiempos muertos**
- **Estandarización**

Es necesario Mencionar que, en el presente estudio se enfoca netamente la productividad de las operaciones de minado y transporte, no entrando al campo de la metalurgia, mecánica o especialidad a fin a la minería.

2.1 DEFINICIONES Y PARÁMETROS

la necesidad de la terminología normalizada es con en fin de definir términos en el lenguaje técnico con la mayor precisión posible, de tal forma que estas sean provechosa para interpretar el sentido de los conceptos técnicos.

¿Qué es productividad?

Es el cociente obtenido de un volumen de producto entre los medios de producción utilizados.

Por tanto:

$$\text{Productividad} = f\left(\frac{\text{Volumen de productos}}{\text{Medios de producción utilizados}}\right)$$

El denominador contiene los parámetros de mano de obra total, maquinaria, gastos de mantenimiento, instalaciones y gastos generales; todos estos parámetros cuantificados a un mismo periodo de trabajo (años, meses, días, horas, etc.)

Para nuestro caso la productividad sería :

$$\text{Productividad} = \frac{\text{T.M.S.}}{\text{Obrero}} = \frac{\text{T.M.S.}}{\text{H-g}}$$

Analizando el denominador de la primera formula de productividad deducimos que esta va íntimamente ligada a la rentabilidad de las inversiones.

¿Qué es rendimiento? (performance)

Es el grado con que un trabajador aplica su destreza y esfuerzo a una operación bajo unas condiciones determinadas este grado se expresa en términos porcentuales (%)

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{T.E.}}{\text{T.P.}} \times 100 \%$$

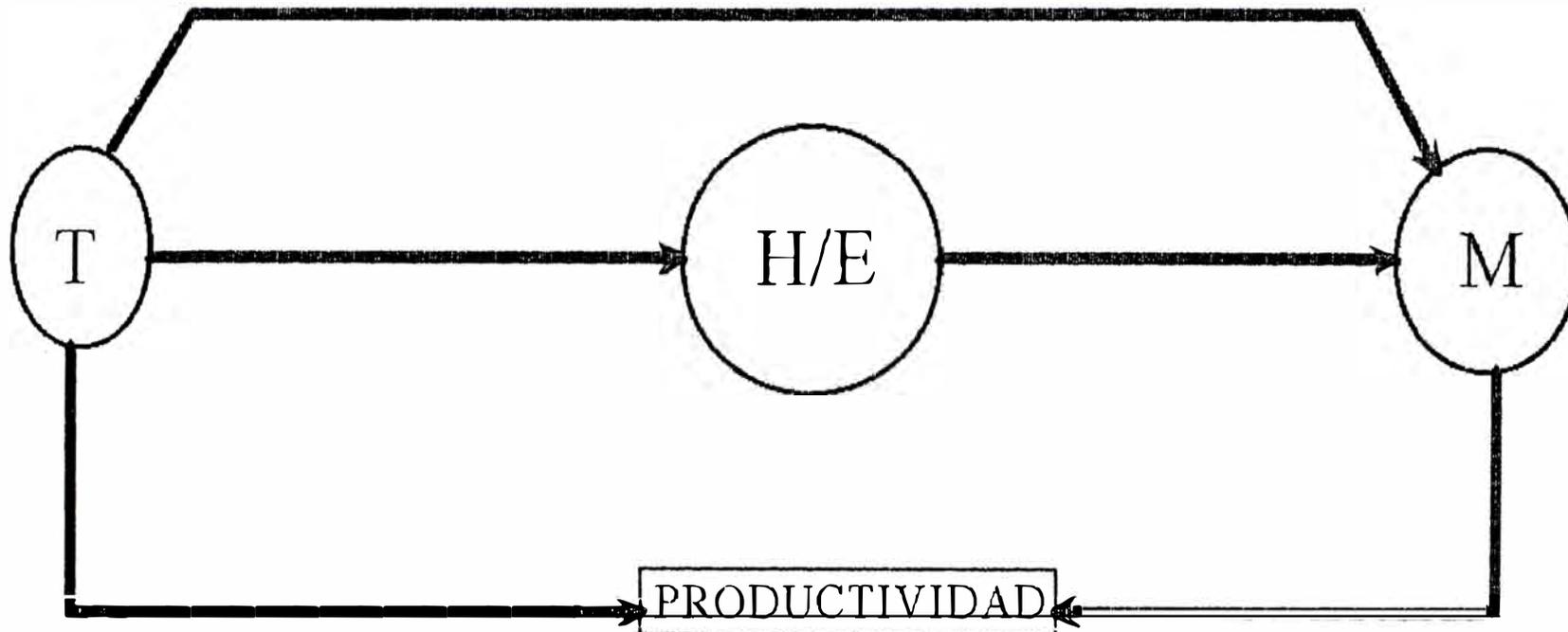
- Análisis de trabajo

Es un examen detallado de un trabajo para determinar su performance en función a los recurso humanos, naturales, técnicos, etc.

- Análisis de métodos

Es una técnica que somete cada operación de una tarea determinada a un análisis detallado, para eliminar todo elemento u operación innecesaria para luego encaminar hacia la forma de ejecución mas rápida y perfecta.

RELACIONAMIENTO DE FACTORES PRODUCTIVOS



LEYENDA

T : Trabajador
H/E : Herramientas/Equipos
M : Materia prima

- Estudio del ciclo de trabajo (tiempos)

Es un sistema y análisis de tiempo en la ejecución de un trabajo repetitivo para lograr una unidad de producción.

- Incentivos de salarios

Es un estímulo monetario distinto al salario y las horas extras, relacionado necesariamente con el rendimiento, cantidad, calidad, seguridad, evitar pérdidas, etc.

Previo a esto tiene que ejecutarse un estudio de salarios base a la zona, ocupación o cargo.

- Planeamiento de la producción

Es la programación sistemática de hombres materiales y maquinaria para determinado tiempo. En este programa intervienen todos los departamentos de una compañía.

- Control de calidad

Es una técnica para establecer límites adecuados de una variación en las medidas, peso, volumen, etc. Para mantener el producto entre aquellos límites, que en

minería esta controlada por las leyes de los minerales Cut off).

- Tiempos muertos

Es la porción de un periodo regular de trabajo durante el cual el trabajador, el equipo o ambos no efectúan trabajo util.

- Normalización

Es un programa emitido por la Jefatura Laboral para el establecimiento de criterios que aseguren un normal desarrollo y control de operaciones.

- Estandarizacion

Los parámetros estables (no constantes) originados después de un estudio de actividades con el fin de generalizar la producción y tener estimados puntuales y proyectados.

2.2 PROCEDIMIENTO E IMPLANTACION

El procedimiento e implantación generalmente son consecutivos después de realizado un análisis minucioso a todas las operaciones o trabajos que nos llevan a un resultado, para nuestro caso es el volumen de producción en un tiempo dado.

Lo primordial en este capítulo es normalizar las actividades para lograr incidir en una mayor productividad. El procedimiento e implantación de las técnicas de productividad debe ser con la utilización de un 85% de todos nuestros recursos y técnicos existentes en operación.

En el presente trabajo no necesariamente se quiere llegar a cambiar métodos de trabajo puesto que esto generalmente va ligado a las características del yacimiento el cual nos induce a un método de explotación. El análisis de productividad minera objetivo central, será para mejorar la utilización de los factores de producción.

TECNICA A SEGUIR

Procedimiento:

Seleccionar	Las actividades por estudiar
Registrar y medir	Los factores relevantes (Observación)
Examinar	Los factores consecutivos
Desarrollar	El método mas practico

Implantar

El método mas practico

Mantener lo anterior con control periódico

Los 6 ítems señalados nos llevaran gradualmente a una adecuada producción que incidirá directamente en el aumento de la productividad.

2.2.1 APLICACION DE TECNICAS DE PRODUCTIVIDAD

ESTUDIO DE TIEMPOS MUERTOS EN TRANSPORTE POR TRENES - "MINA CUAJONE"

Para un mejor entendimiento de estudio realizado es conveniente mencionar algunos conceptos utilizados en la elaboración de los cuadros y tabulaciones.

Tiempo Programado.- Cada guardia completa es de 420 min. (7Hr), debido a que se pierde en comenzar la guardia 15 min. al finalizar 15 min. y 30 min. por refrigerio a mitad de guardia.

Para obtener los promedios mostrados, tenemos en cuenta tiempo total de programa igual a 420 min x número de trenes.

Toneladas cortas cargadas.- Se controla el numero de vagones que se cargo a cada uno de los trenes, durante todo el ciclo de 420 min, de acuerdo con los diferentes tipos de carguio que se tiene en mina: Directo, embarcadero y hopper.

Rendimiento de trenes.- Puede definirse como el tonelaje que carga cada tren durante una guardia

completa. En las tabulaciones mostradas este rendimiento esta expresado en T.C./tren-guardia $\times 10^3$.

Tiempo cargando.- Se ha tomado el tiempo neto de carguio considerando los tres tipos, descontando las demoras de palas mecánicas o eléctricas que se tuvieron en carguio por transferencia, hopper y embarcaderos, los resultados obtenidos muestran rendimientos tal como puede observarse en los cuadros que se presenta.

A pesar que se ha producido y transportado mineral para cubrir requerimientos de concentradora, los rendimientos que se indican en los cuadros son bajos, debido principalmente a que en la fechas en que se tomaron los tiempos en mayor parte solo ha habido 3 lugares de trabajo: Dock hoper y pala #3, razón por la cual los trenes casi en 90% han esperado en los semáforos, cuando hacían viajes de chancadora a lugares de carguio, debido al cuello de botella formado desde el taller de locomotoras hasta el Hopper(Tolva), lugar que mantiene solo una vía para subida y bajada de trenes.

CUADRO II .- CONTROL DE TIEMPOS

TURNO	REPARACION MECANICA		REPARACION ELECTRICA		CARGANDO		DESCARGANDO		MOVIENDO		ESPERANDO	
	min	%	min	%	min	%	min	%	min	%	min	%
A	54	0.21	17	0.07	562	2.23	130	0.52	745	2.96	1012	4.02
B	282	1.12	160	0.63	2906	11.53	701	2.78	4387	17.41	6684	26.52
C	50	0.20	43	0.17	1819	7.22	366	1.45	2854	11.33	2428	9.63
TOTAL	386	1.53	220	0.87	5287	20.98	1197	4.75	7986	31.69	10124	40.17

25200

NOTA: Ver gráficos Números: 1, 2, 3 y 4

ESPECIFICACION Lugar	TIEMPO PERDIDO EN MINUTOS Y %					
	TURNOS					
	"A"		"B"		"C"	
	min	%	min	%	min	%
TIEMPO TOTAL	1012	40.16	6684	44.21	2428	32.12
Palas 03, 04	235	9.33	789	5.22	358	4.74
Hopper (Tolva)	242	9.60	840	5.56	640	8.47
Chancadora	203	8.06	535	3.54	293	3.88
Taller de locomotora						
Semáforo 65EA	107	4.25	1020	6.75	118	1.56
Dock 8	110	4.37	260	1.72	220	2.91
Botaderos y semáforo 69E	2	0.08	362	2.39	8	0.11
Pase línea (3AE) Frente Flux			915	6.05	426	5.64
Punta doble Línea 53EA			1048	6.93	332	4.39
Entrada semáforo						
Taller de Locomotora 71EA	80	3.17	373	2.47	23	0.30
Semáforo 37W	33	1.31				
Semáforo 79E			110	0.73	10	0.13
Semáforo 75E			90	0.60		
Semáforo E			333	2.20		

NOTA: Remitirse a graficos 6, 7 y 8

No se ha obtenido un promedio general de los 3 turnos debido a que no se trabajó en forma homogénea.

En cuanto a descarga de trenes en chancadora y botadero los promedios son:

Chancadora : 0,63 min/Vagón

Botaderos : 0,88 min/Vagón

Los resultados de los tiempos programados y la toneladas cargadas se indican en el siguiente cuadro.

CUADRO IV

Guardia	Tiempo programado minutos	T.C. Cargadas	Nº Trenes	rendimiento TC/tren-Gdi ax1000
"A"	2 520	13,600	6	2,227
"B"	15 120	89 500	36	2,487
"C"	7 560	57 280	18	3,182
TOTAL	25 200	160 400	60	2,670

Se observa un mayor rendimiento en el turno "C", debido, principalmente a que en los turnos "A" y "B", se trabajo a una capacidad excesiva de trenes, con respecto a los lugares de trabajo que se tuvieron. En cambio en el turno "C", a pesar de mantener similares lugares de trabajo empleando menor número de trenes, se logró mejores resultados.

En el siguiente cuadro se muestra el porcentaje de trabajo en los diferentes tipos de carguio.

CUADRO V

TURNOS	CARGUIO DIRECTO		EMBARCADERO		HOPPER	
	min.	%	min.	%	min	%
"A"	314	11.96%	120	16.97%	66	4.41%
"B"	1605	51.03%	385	54.46%	926	61.86%
"C"	1164	37.01%	202	28.57%	505	33.73%
TOTALES	3083	100.00%	707	100.00%	1497	100.00%

Segun los tres tipos de carguio se ha obtenido los siguientes resultados

CUADRO VI

Rendimiento en min/vagón	Tipo de carguio	TURNOS			promedio
		"A"	"B"	"C"	
	Directo	4.59	4.89	4.49	4.657
	Embarcadero	2.73	2.18	3.21	2.707
	Hopper	1.37	1.42	1.30	1.363

Comparando los cuadros V y VI extraemos las siguientes cifras

CUADRO VII

Tipo de Carguio	Minutos Cargando	% Trabajo	Rendimiento Minut./Vagón	T.C. Cargadas
Directo	3083	58.80%	4.657	54000
Embarcadero	707	13.22%	2.707	20880
Hopper	1497	27.99%	1.363	87840
	5287	100.00%		

NOTA: Ver gráfico N° 5.

CONCLUSIONES

- Del cuadro N° II, se deduce que en el turno "A", se nota un mayor porcentaje de demoras en los lugares de carguio de trenes, es decir palas 03, 04 hopper y embarcadero 8. También se han tenido demoras considerables en chancadora, llegando esta cifra a 8,06% del tiempo total de programación o sea 2520 minutos, cifra que no debería ser mayor de 3%, lo que nos podría permitir una mejora de

$$8,06 - 3 = 5,06\% \dots\dots\dots (1)$$

- El tiempo de espera en el hopper, también es alto 9,6%, debido principalmente a que, como hay pocos lugares de trabajo el despachador de trenes y supervisión en general prefiere enviar mayor cantidad de trenes al hopper ya que, el carguio es rápido con respecto al directo y dock 1,36 minutos por vagón. Si se tuviera mas lugares de trabajo, el porcentaje de espera, debería bajar hasta un 5% del total, lo que en cifras significa una mejora de:

$$9,6 - 5 = 4,6\% \dots\dots\dots (2)$$

- Con respecto a los porcentajes de espera en palas 9,33% debería tratarse de llegar a un máximo de 4.0%

$$9,33 - 4 = 5,33\% \dots\dots\dots (3)$$

- El porcentaje de demora en el embarcadero 8, debería llegar a un máximo de 1,57% lo que significaría una mejora de:

$$4,37 - 1,5 = 2,87\% \dots\dots\dots (4)$$

- Con respecto a las demoras en semáforos considero que son materia de un análisis mas profundo que no se tocara en este tema.

Si tenemos en cuenta los mismos criterios utilizados para analizar las perdidas de tiempo en turno "A", en los turnos "B" y "C", lograríamos las siguientes mejoras.

Turno "B"

Demoras en palas	5,28	-	4,00	=	1,28%
Demoras en Hopper	5,56	-	5,00	=	0,56%
Demoras en chancadora	3,54		3,00	=	0,54%
Demoras en dock	1,72		1,50	=	0,22%
					=====
				total	= 2,60%

Turno "C"

Demoras en palas	4,73	-	4,00	=	0,73%
Demoras en Hopper	8,47	-	5,00	=	3,47%
Demoras en chancadora	3,88		3,00	=	0,88%
Demoras en dock	2,91		1,50	=	1,41%
					=====
				total	= 6,49%

Turno "A"

Demoras en palas 9,33 - 4,00 = 5,33%

Demoras en Hopper 9,60 - 5,00 = 4,60%

Demoras en chancadora 8,06 - 3,00 = 5,06%

Demoras en dock 4,37 - 1,50 = 2,87%

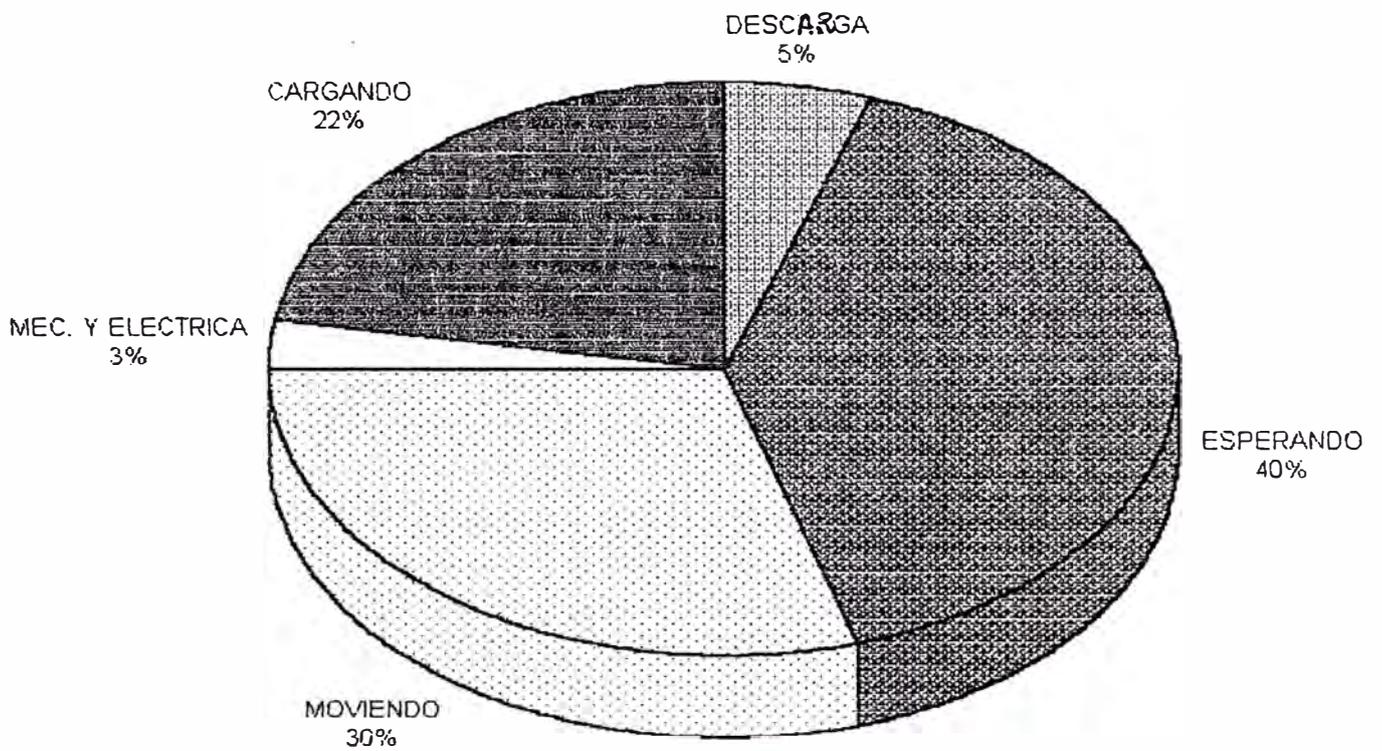
=====

total = 17,86%

GRAFICO N°1

TURNO " A "

DISTRIBUCION DE TIEMPOS



GARFICO N°2
TURNO " B "
DISTRIBUCION DE TIEMPOS

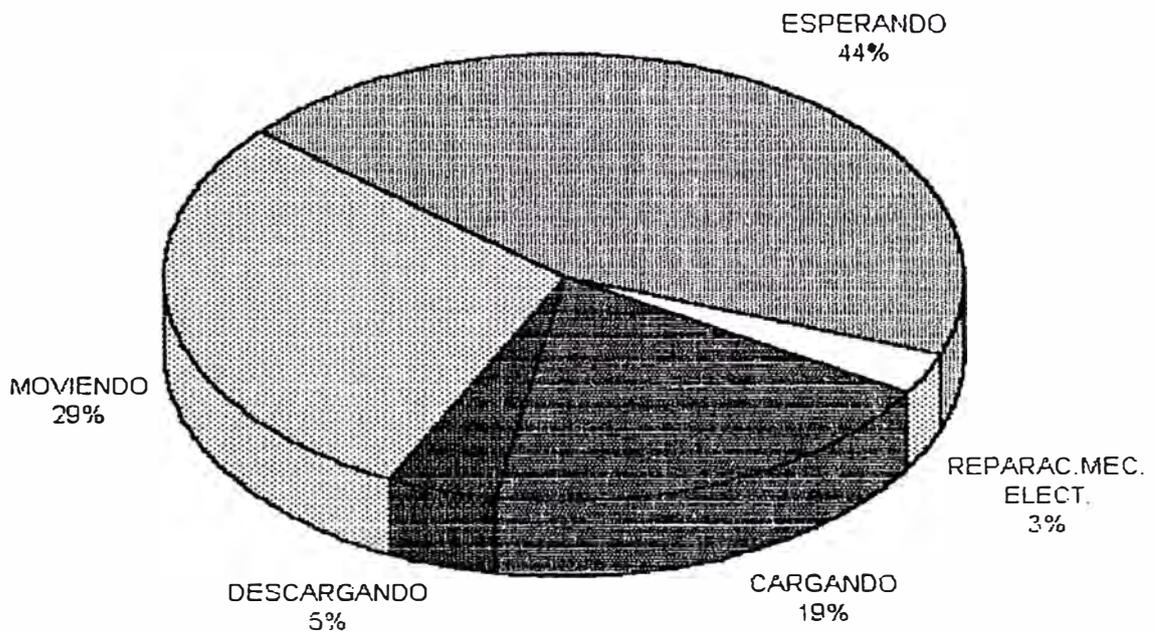


GRAFICO N° 3 TURNO "C" DISTRIBUCION DE TIEMPOS

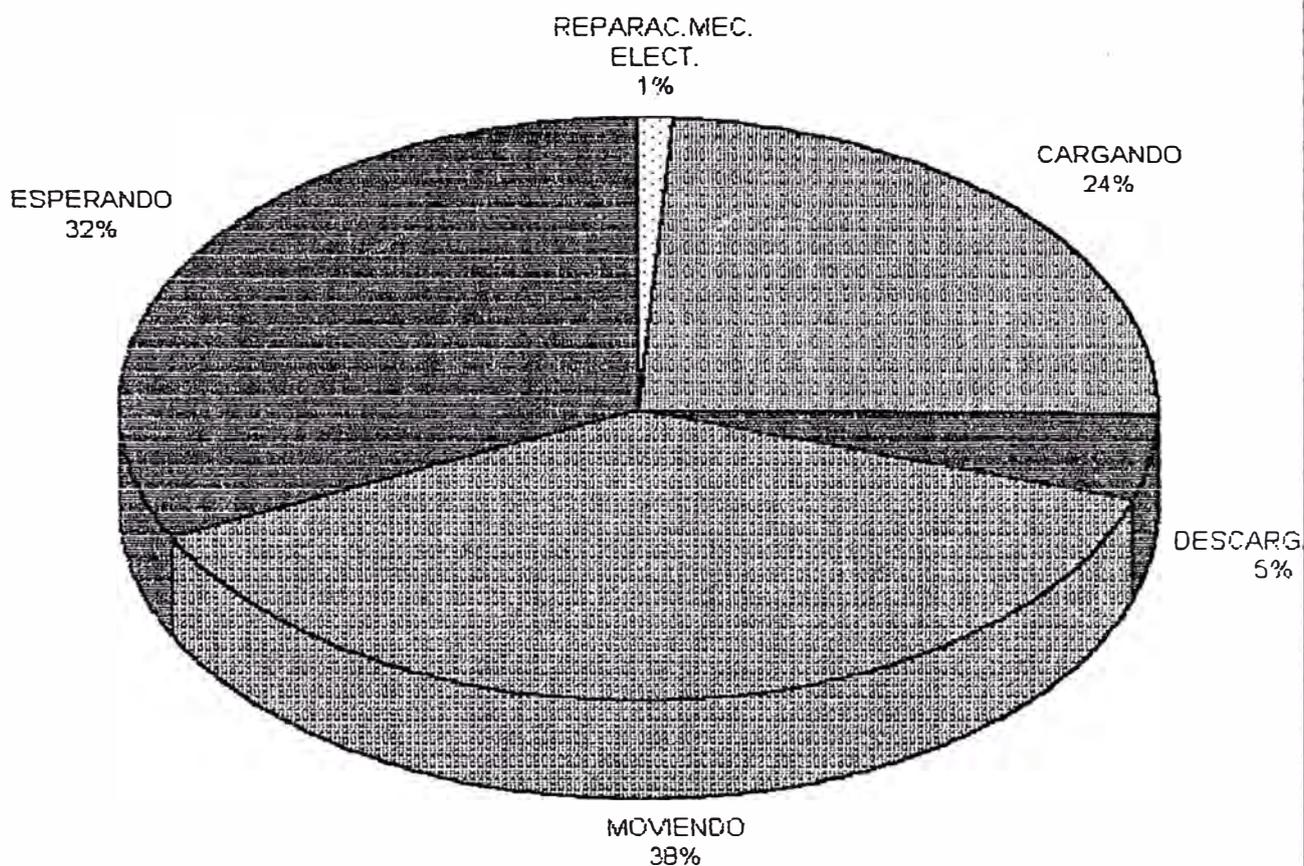


GRAFICO N° 3
TURNO "C"
DISTRIBUCION DE TIEMPOS

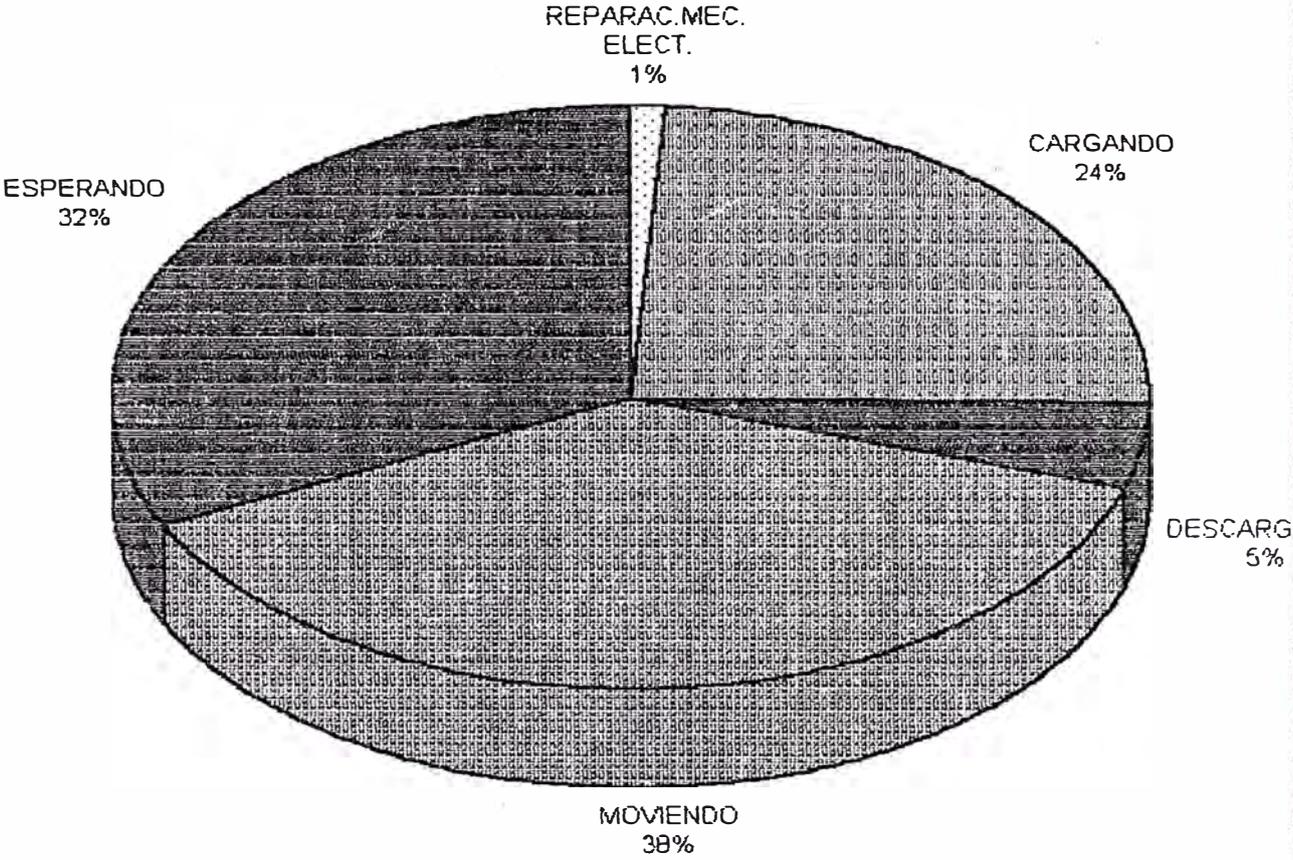


GRAFICO N° 5

CARGUIO DE TRENES

DISTRIBUCION DE TIEMPO TOTAL

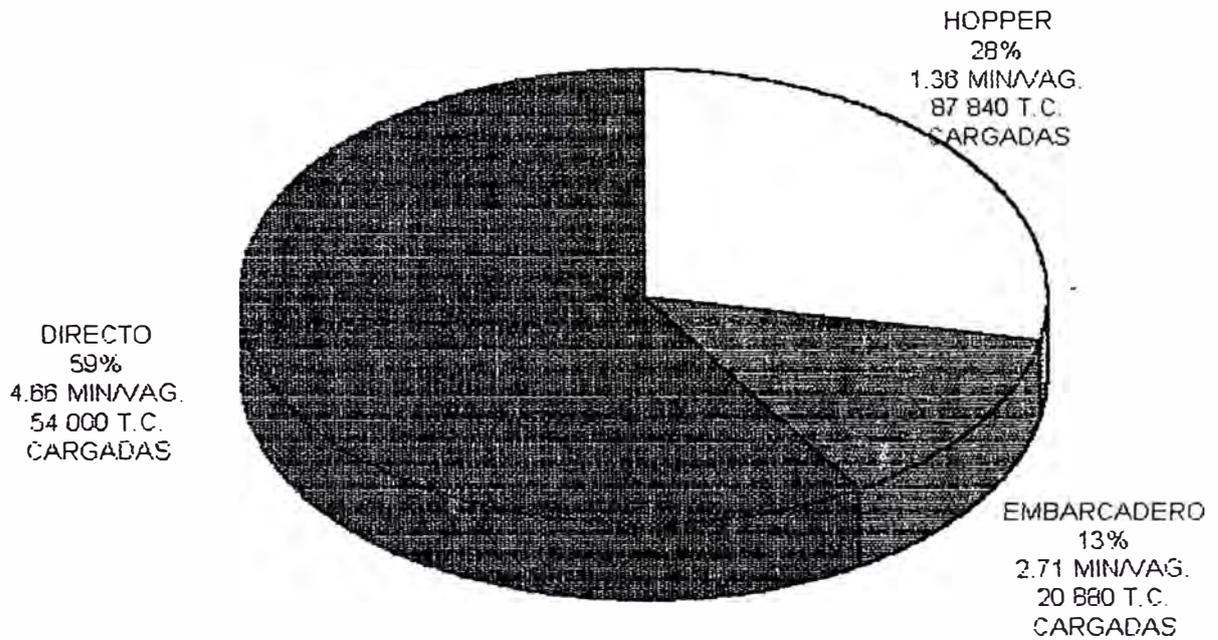


GRAFICO N°6
ANALISIS DE TIEMPOS DE ESPERA
TURNO "A"
40.16% DEL TOTAL TIEMPO PROGRAMADO
EQUIVALENCIA 40.16%=360

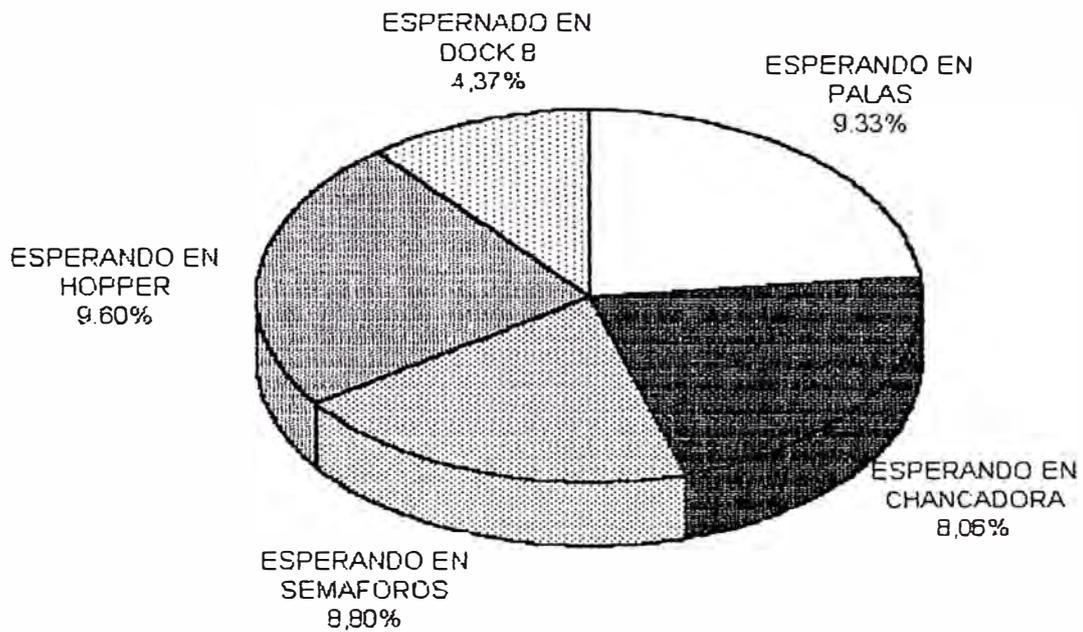


GRAFICO N°7
ANALISIS DE TIEMPO DE ESPERA
TURNO "B" : 44.21% DEL TOTAL
EQUIVALENCIA 44.21% = 360°

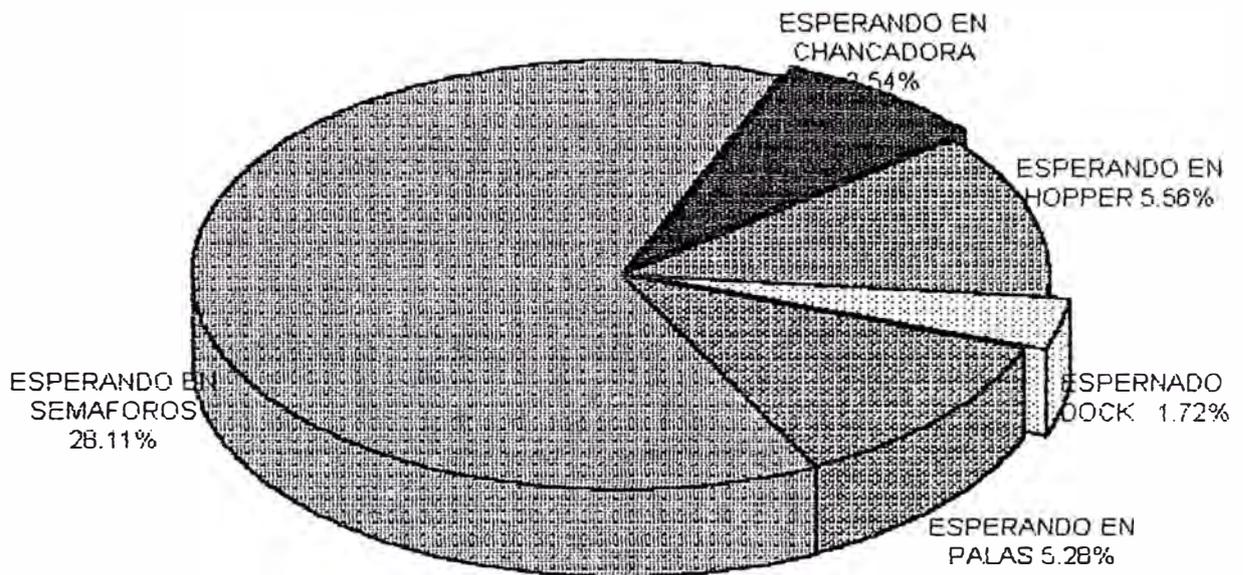
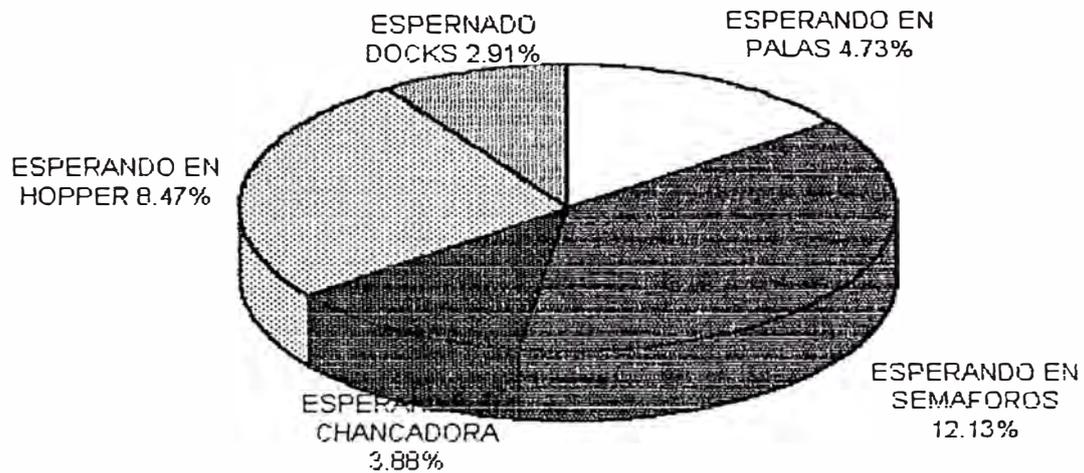


GRAFICO N°8

ANALISIS DE TIEMPOS DE ESPERA

TURNO "C" :

32.12% DEL TOTAL DE TIEMPO PROGRAMADO
EQUIVALENCIA : 32.12% = 360°



2.3 CONTROLES ESTADISTICOS

Los controles estadísticos son mediciones del trabajo que consiste en un procedimiento de determinación de tiempos basado en la estadística matemática y estadística práctica.

En la industria se estableció con la finalidad de determinar (sin tener que recurrir a la observación continua) el porcentaje de paradas, las horas muertas en equipos, inactividad en los obreros, récord de producción, etc.

En términos generales los controles estadísticos son el resultado de los muestreos de trabajos que se pueden cuantificar sin la presencia exclusiva de un cronometrador. Este procedimiento supone ventajas y desventajas.

VENTAJAS DE LOS CONTROLES ESTADISTICOS.

- Menor costo por la reducción del tiempo de estudios.
- Se puede medir simultáneamente (varias perforadoras cargadores y equipos).
- Se puede dilatar la toma de datos por tiempo que se desee.

- No es necesario tener un analista especializado.
- Produce menos rechazo en los trabajadores.

DESVENTAJAS DE LOS CONTROLES ESTADISTICOS

- En operaciones repetitivas especialmente si son de ciclo corto el porcentaje proporciona datos inexactos.
- No sirve para el estudio de métodos ya no registra las características operativas.
- Cuando hay distancias mayores a 100 mt el control es dificultoso.
- Se requiere apoyarse en el método aleatorio (números) la cual le restaría validez a los resultados.

APLICACION PRACTICA. Vamos exponer la metodología a seguir para aplicar en la practica el muestreo de trabajo o control estadístico.

- **Definir el problema**
- **Numero de observaciones**
- **Elección de instantes al azar**
- **Registro de datos**
- **Control de resultados**

Ejemplo

Para ver la importancia del control estadístico, se ha realizado un estudio de brocas en la mina Cuajone, en base a datos existentes en los reportes de perforación.

2.3.1 ESTUDIO ESTADISTICO DE BROCAS

MINA CUAJONE

DEFINICION DEL PROBLEMA

Siendo la naturaleza del terreno un factor importante en el rendimiento de las brocas, es necesario seleccionar las brocas para cada tipo de material.

En Cuajona se ha utilizado diferentes tipos de brocas de dientes e insertos de tungsteno, en cada tipo de terreno, por lo que fue necesario realizar un estudio estadístico en base a la información existente en los reportes de perforación, y determinar la broca apropiada para cada tipo de terreno, es decir, la broca on la que se puede obtener el mas alto rendimiento y al mas bajo costo.

En Cuajone se tiene los siguientes tipos de material.

MATERIAL	ZONA	TIPO
Andesita lixiviada	Alta	Suave
Andesita	Centro	Suave
basáltica	Centro	Suave a medio
Cuarzo sericita	Alta	Suave
Andesita	Centro	Medio
basáltica	Centro	Medio a duro
Andesita intrusiva	Centro	Duro
Cuarzo sericita	Alta	Duro
Latita sericificada	Sur	Duro
Andesita intrusiva	Sur	Duro
Andesita intrusiva		
Riolita porfiritica		

En la perforación se utilizan perforadoras BUCEYRUS ERIE 60-R Y 50-R con accesorios de las siguientes dimensiones:

Ø Broca	Ø estabilizador	Ø Estabilizador con aletas
12 1/4"	10 3/4"	12"
11 y 10 5/8"	9 1/4"	10 1/2"
9 7/8"	8 5/8"	9 1/2"

PERFORADORA B.E.	Ø Barreno	Longitud
60 -R	10 3/4"	30'6 1/4"
50 -R	9 1/4"	32'

NUMERO DE OBSERVACIONES

para el presente estudio se ha considerado 164 brocas que tenían la información requerida, que son agrupados en función del tipo de roca:

MARCA	TIPO	TOTAL BROCAS	CARACTERÍSTICAS
HUGHES	H	71	Dientes de acero
REED	M33J	08	Dientes de acero
HUGHES	HH-44	04	Insertos
HUGHES	HH-77	28	Insertos
SECURITY	H8M	38	Insertos
SECURITY	M8M	06	Insertos
REED	M73J	03	Insertos
REED	M52J	03	Insertos
REED	M62J	03	Insertos

REGISTRO DE DATOS

La información tomada de cada una de las brocas utilizadas en los diferentes tipos de roca son agrupados en función al tipo de material.

1) BROCAS DE DIENTES UTILIZADO EN MATERIAL:

SUAVE

MARCA	Diamt.	TIPO	N°BROCAS	MT/BROCA	\$/MT	MT/Hr.
HUGHES	012 1/4"	H	7	3680.50	0.45	20.00
HUGHES	11"	H	3	5236.00	0.22	16.90
REED	12 1/4"	M33J	4	3608.80	0.50	18.50
REED	11"	M33J	2	1969.00	0.92	9.00

MEDIO

MARCA	Diamt.	TIPO	N°BROCAS	MT/BROCA	\$/MT	MT/Hr.
HUGHES	12 1/4"	H	17	2200.50	0.75	20.20
	11"	H	8	2982.00	0.39	17.00
REED	11"	M33J	1	2494.50	0.73	20.40

DURO

MARCA	Diamt.	TIPO	N°BROCAS	MT/BROCA	\$/MT	MT/Hr.
HUGHES	12 1/4"	H	23	1161.20	1.42	16.00
	11"	H	13	1094.80	1.06	14.00
REED	11"	M33J	1	1423.50	1.27	13.00

BROCAS DE INSERTO DE TUNGSTENO UTILIZADO EN MATERIAL:

SUAVE

MARCA	Diamet	TIPO	N° Brocas	mt/Broca	\$/mt	mt/Hr.
REED	12 1/4	M73J	3	3917	1.23	17.9
	12 1/4	M62J	3	4670.5	0.92	14.2
	12 1/4	M52J	3	4899	0.95	18.1
SECURITY	10 5/8	M8M	9	6266.5	0.35	19.1

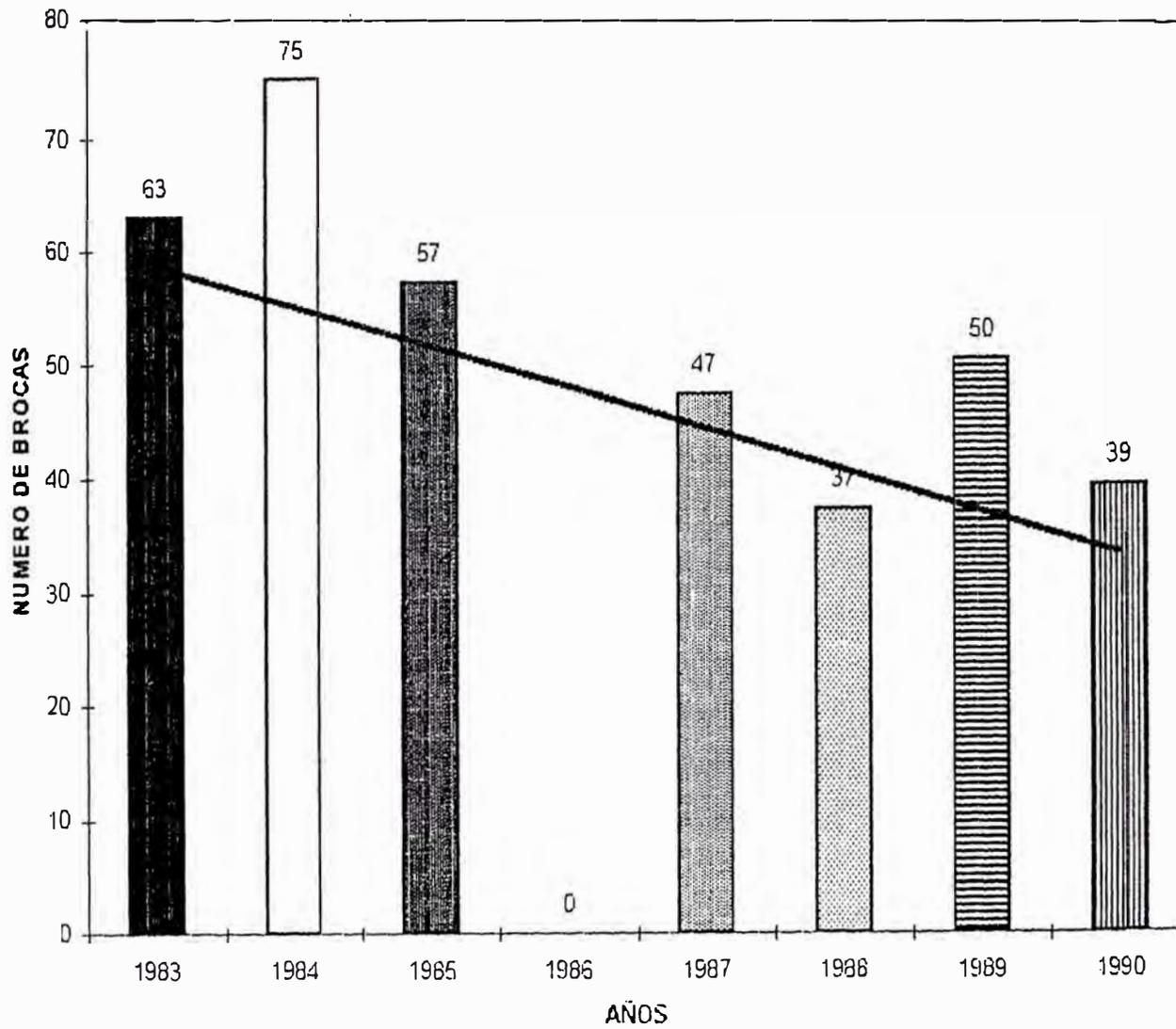
MEDIO

MARCA	Diamt.	TIPO	N° Brocas	mt/Broca	\$/mt	mt/Hr
HUGHES	11"	HH77	09	4604.50	0.95	17.70
HUGHES	12 1/4"	HH44	04	3079.80	1.64	16.00
HUGHES	12 1/4"	HH77	04	3815.40	1.04	16.00
HUGHES	9 7/8"	HH77	03	2900.20	1.55	15.80
SECURITY	10 5/8"	H8M	04	3003.60	1.23	17.30
SECURITY	12 1/4"	H8M	02	4762.30	0.95	16.40
SECURITY	10 5/8"	M8M	05	3293.10	0.76	17.60
SECURITY	12 1/4"	M8M	18	5162.60	1.19	17.80

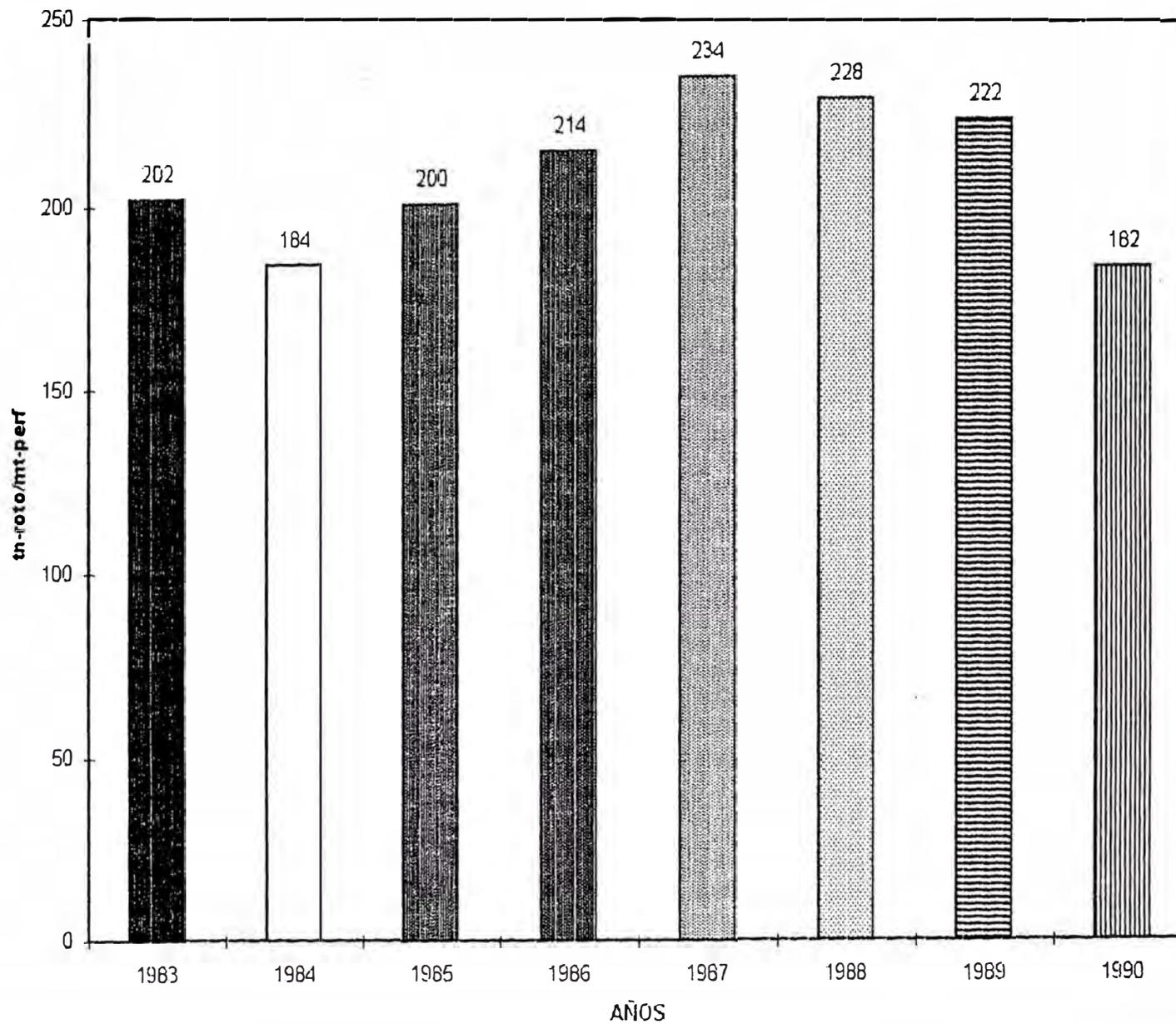
DURO

MARCA	Diamt.	TIPO	N° Brocas	mt/Broca	\$/mt	mt/Hr
HUGHES	11"	HH77	12	3844.9	1.11	17.8
SECURITY	12 1/4"	M8M	6	4315	1.3	16.4

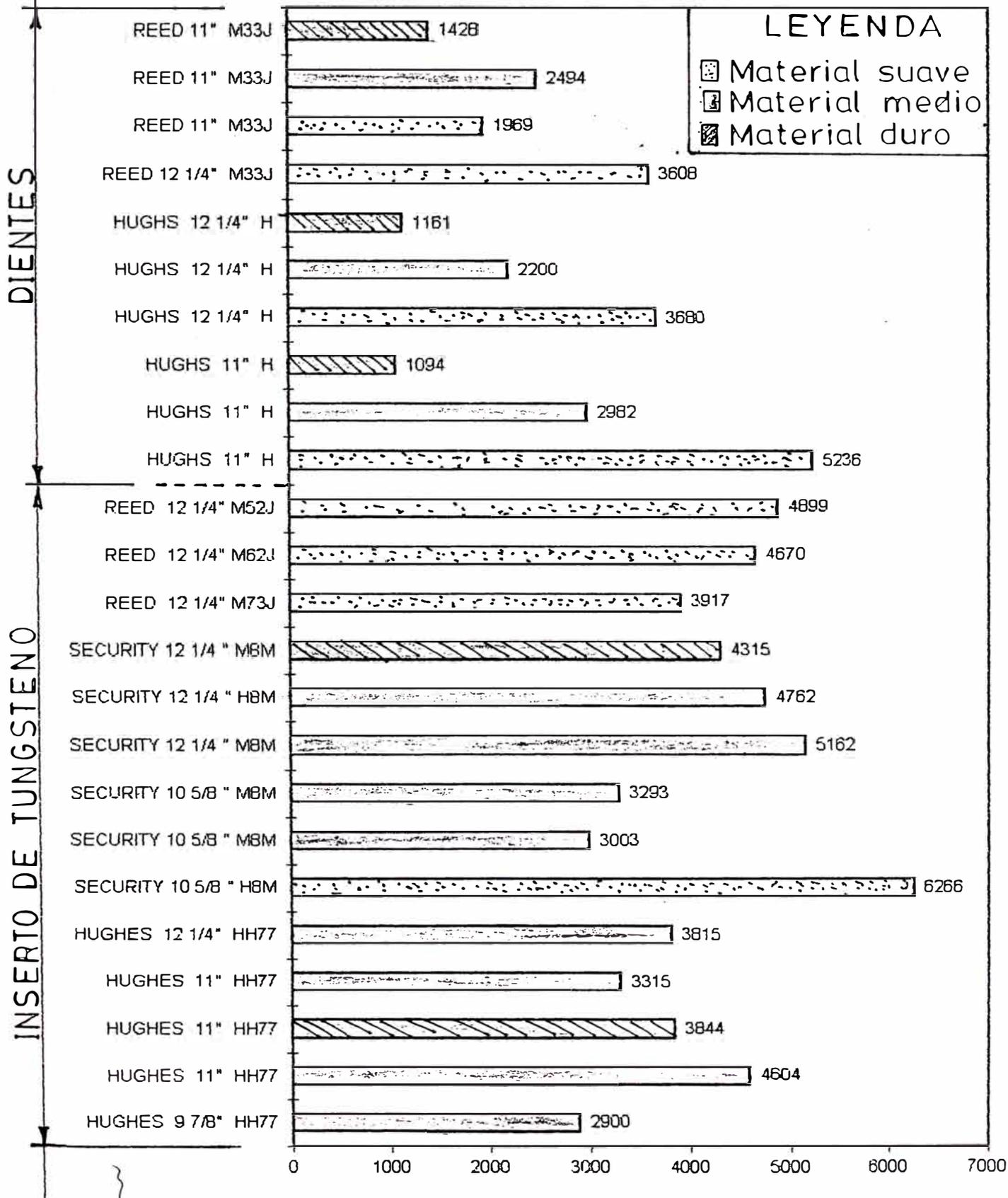
GRAFICO DE BROCAS USADOS POR AÑO



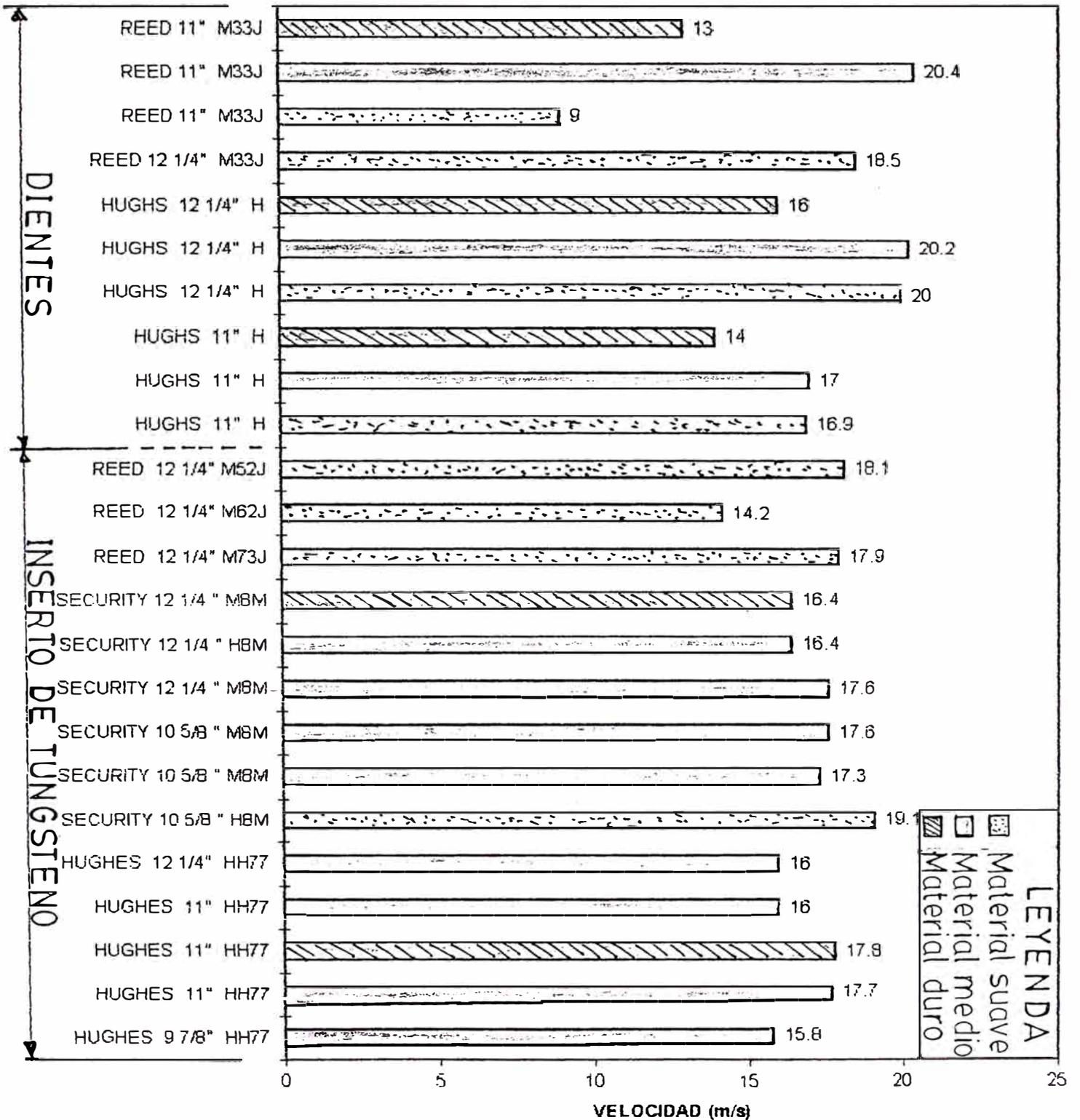
MATERIAL ROTO POR METRO DE PERFORACION



VIDA PROMEDIO DE BROCAS MINA CUAJONE



VELOCIDAD DE PENETRACION POR BROCA Y TIPO DE MATERIAL



CONCLUSIONES

- De los gráficos se observa que se han utilizado brocas de dientes diseñadas para terrenos suaves en terrenos medios y duros obteniéndose bajos rendimientos en pies perforados.
- La selección de brocas en función al tipo de material a perforar, después del presente estudio será como sigue:

MARCA	TIPO	FORMACIÓN			CARACTERÍSTICAS
		SUAVE	MEDIO	DURO	
HUGHES	H-12 1/4"	X			Dientes de acero
HUGHES	HH77-11"		X	X	Insertos

- Según catálogos los equivalentes en tipos de brocas para las diferentes formaciones de roca es el siguiente:

Tipo de formación	Hughes	Security	Smith	Reed	Características.
Blandas	HH44	S8M	Q4J	M62	Inserto
Medio	HH55	M8M	Q5J	M73	Inserto
duros	HH77	H8M	Q7JL	M74	Inserto
Duro	HH99	H10M	Q9JL	M83	Inserto
Muy duros	S	S4A	QSJ	M13	Dientes
Blandos	M	M5WA	QMJ	M23	Dientes
Medio	H	H7WA	QHJ	M33	Dientes
duros					
Duros					

Observando el presente cuadro y los cuadros A1 y A2 se concluye que, en la mina Cuajone no hay buena selección de brocas para cada tipo de formación, se puede advertir que se han utilizado brocas (HH99) para rocas extremadamente duras cuando en Cuajone la rocas son de dureza media.

III. ANALISIS DE LOS FACTORES DE PRODUCTIVIDAD

Los factores que determinan la productividad son innumerables por lo que nos centraremos a considerar los factores intrínsecos, tales como:

La mano de obra, herramientas y su utilización, equipos y su distribución finalmente los materiales y sus características.

3.1 Mano de obra

Este factor es el mas importante, el cual para ser optimo tiene que avanzar en forma paralela a la especialización y tecnología.

CARACTERISTICAS DE UNA BUENA MANO DE OBRA:

- Calidad y cantidad de trabajo
- Laboriosidad e iniciativa
- Confianza e integridad
- Conocimiento del trabajo
- Capacidad para aprender
- Cooperación y criterio
- Puntualidad al trabajo
- Constante capacitación.

CLASIFICACION DE LA MANO DE OBRA

- A) Simple
- B) Especializada
- C) Profesional

En los capítulos posteriores se podrá advertir organigramas funcionales incluyendo al ingeniero de producción.

La clasificación de la mano de obra es fundamental para la realización de los objetivos, puesto que cada nivel tiene rango de expansión.

La evaluación de la mano de obra siempre a sido dificultoso por cuanto tiene que ver la incidencia de factores zonales, políticos, familiares para una evaluación eficaz, aun con estos inconvenientes, en minería se ha logrado evaluar y estandarizar el rendimiento de los trabajadores.

3.2 Herramientas y su utilización

Los recursos técnicos/manuales que se utilizan en forma rutinaria son las herramientas y el principal criterio es la calidad.

CARACTERISTICAS DE UNA BUENA HERRAMIENTA

- Manuable (peso y volumen apropiado)
- Marca conocida
- Resistencia máxima a sus funciones.

En cuanto a la calidad de las herramientas y su vida útil, en muchos casos es dejado de lado, afectando directamente la producción en nuestra minería.

Las herramientas y los equipos requieren de un mantenimiento programado.

3.3 EQUIPOS Y SU DISTRIBUCION

Son características de un equipo optimo:

- Capacidad y tamaño requerido
- Cubrir la producción
- Que sea versátil
- Que ofrezca seguridad operativa

Tengamos presente que la mecanización no es sinónimo de productividad, viene a ser un punto de apoyo limitante en la productividad.

La distribución y/o racionalización de la maquinaria requiere un cuidado especial, por cuanto este costo es el mas alto y es el punto neurálgico de la producción,

puesto que ello generan la energía eléctrica, neumática, hidráulica asimismo sincronizan las diferentes operaciones tales como transporte, ventilación y otros servicios.

3.4 LOS MATERIALES Y SUS CARACTERISTICAS

La materia prima en este caso son los materiales a trabajar, los cuales juegan un papel importante en la producción. En minería la materia prima se encuentra en la naturaleza resultando esta relativa y cambiante.

Es una razón muy contundente para estar íntimamente ligada a los departamentos de producción, geología, seguridad, mantenimiento, servicios, etc.

La materia prima en la minería tiene 2 características especiales los que se indican a continuación.

- El mineral explotado no siempre es homogéneo

El mineral y la zona encajonante ligada a una explotación masiva hace de la mina, la zona industrial mas cambiante o dinámica que pueda existir.

El yacimiento minero generalmente tiene características superficiales homogéneas las que hacen relativas según avanza el minado, pudiendo ser esta variación cualitativa y cuantitativa razón muy importante que sugiere realizar un análisis de productividad.

IV. DESCRIPCION DE OPERACIONES DE MINADO

En este capítulo se hará un análisis práctico integral de como esta trabajando en la minería nacional para poder relacionar la productividad, también recalcamos que, en el presente informe se hará la aplicación de técnicas de productividad a nivel de operaciones mas no como proyecto, motivo por el cual no tomaremos datos de costos de equipos, maquinarias, mano de obra, pues se trabajara sobre lo existente en recursos humanos y técnicos.

4.1 MINERIA SUPERFICIAL Y PRODUCTIVIDAD

Minas a tajo abierto están proyectados generalmente para explotación de grandes volúmenes y leyes relativamente bajas, que requieren de diverso tipos de equipos apropiados, los que por sus grandes tamaños y

capacidades tienen altos precios iniciales de adquisiscion

Por otro lado, al ser estos equipos de altas capacidades, se requieren un menor numero de ellos para una determinada escala de producción. La combinación de estos factores introduce el concepto de productividad, o sea la mayor y mas eficiente utilización del equipo. Esto a la vez introduce el factor tiempo, el cual en la practica es la medida directa que utiliza en la operación de las minas..

Las estadísticas que se acumulan del tiempo trabajado, tiempo en reparación o tiempo en stand by nos proporcionaran los factores de disponibilidad y utilización que nos darán la medida de la productividad del equipo.

Los equipos pesados que se utilizan en minería superficial están diseñados para trabajar en las condiciones mas duras y adversas. Sin embargo, esto no quiere decir que se debe trabajar este equipo en esas condiciones. La duración de una maquina y los resultados que con ella se obtenga dependerá por consiguiente, no solo de que se la emplee dentro de la capacidad que posee, sino también de los cuidados que

reciba, tales como mantenimiento, lubricación y engrase. Al decir esto ultimo se desea poner énfasis en el hecho que la productividad de un determinado equipo no solo depende del operador (aunque él sea el trabajador con mayor responsabilidad directa) sino también del mecánico o electricista que los repara y mantiene, de las condiciones del medio en que el equipo debe trabajar (las que deben prepararse con anticipación) y del correcto planeamiento y disposición del trabajo. Los que indirectamente esta colaborando en la obtención de una mejor productividad, ya que cuanto menor sea el tiempo de reparación, mayor será el tiempo de operación.

En resumen, se debe recalcar que la productividad en minería superficial depende de la conjugación correcta del hombre y del equipo con el que debe trabajar.

4.1 RESUMEN ANALITICO

4.1.1 PERFORACION

Mediante el empleo de perforadoras eléctricas rotativas, se realiza la perforación generalmente vertical, como es el caso de Southern Perú - Cuajone cuyas perforadoras tipo Bucyrus erie 45-R y 60-R están diseñadas para realizar taladros de 9 7/8" y 12 1/4" de diámetro y una profundidad de hasta 20m. Durante la operación de estas maquinas el perforista se encarga de controlar los indicadores de nivel cada vez que se ubica sobre un pinto a perforar, para mantener la verticalidad de los huecos. La negligencia en la perforación puede anular la ventajas que se esperan obtener de un buen diseño de disparo y de un adecuado trabajo de carga, afectando no solo el rendimiento sino también la seguridad, por lo que es preciso una supervisión adecuada a toda la operación de perforación, partiendo del replanteo de la malla de disparo proyectada sobre el terreno, hasta la medición comprobatoria de los taladros.

Cresta y espaciamiento mas usados en Cuajone;

	TIPO DE MATERIAL		
	DURO	MEDIO	SUAVE
Espaciamiento	5 a 6 m	8 m	11 a 12 m
Cresta	3 a 4 m	4 a 5 m	7 m
Profundidad	17,5 m	17,5 m	17,5 m

4.1.2 VOLADURA

Consiste en introducir dentro del taladro cantidades previamente fijadas de sustancias explosivas y los accesorios para su detonación, las personas dedicadas a esta actividad debe ser consciente de los tres principales factores: TECNICA, SEGURIDAD Y PRODUCTIVIDAD, que son inseparables, ya que una no puede existir sin las otras dos, debe conocer que la técnica que proporcione el mas alto grado de seguridad, usualmente también resulta en la mejor fragmentacion, lo que determina también una mayor productividad.

La colocación de los cebos es uno de los pasos mas importantes en el disparo, porque es la operación

donde se puede cometer mayores errores, para la seguridad y productividad. Para minimizar dicho riesgo se aconseja utilizar accesorios de voladura resistentes al maltrato, como los cordones detonantes reforzados, booster y un explosivo como el ANFO que ofrece mucha seguridad. Una vez terminado el carguio de taladros, se realiza el disparo propiamente dicho, ó sea la detonación de las cargas explosivas contenidas en uno o mas taladros.

4.1.3 EXCAVACION Y CARGUIO

Es la fase de la operación en la cual el material roto es recogido por palas (del sitio en que ha sido disparado) y cargado en las unidades de acarreo.

Las unidades de excavación y carguio que se utilizan en la compañía minera Southern Perú son las palas eléctricas P&H 1800, P&H 2100, con una capacidad de 13,2 tc. y 22 tc. respectivamente. La plataforma adecuada para el carguio a los volquetes es de 35 mt de ancho con lo que el volquete puede acomodarse a la condición de la pala, de manera que esta gire lo menos posible y que cargue por ambos lados, evitando la demora de la pala por tiempo de cuadrado de volquete.

En el caso del carguio pala-tren la diferencia fundamental con los volquetes es que la pala se acondiciona al tren, a la línea férrea de este no puede moverse continuamente, la plataforma optima es de 30m, con el inconveniente de la poca flexibilidad.

4.1.4 ACARREO Y DISPOSICION

Es el transporte y vaciado del material en sitios predeterminados de acuerdo al valor económico del material.

El acarreo se realiza por volquetes y trenes en Cuajone es de la siguiente manera:

- **Acarreo por transferencia.** Se denomina transferencia de material cuando se combina volquete tren donde los puntos importantes de carguio se realizan a través de la tolva y embarcadero, ambos situados fuera de la mina. Los volquetes cargados vienen generalmente desde el fondo de la mina y descargan en una tolva de almacenamiento de 3 500 tc de capacidad, con sistema de compuertas y chutes accionados mediante energía hidráulica, los mismos que controlan el carguio a los

- Suministro y construcción de carreteras. Se encarga de los trabajos de movimiento de tierra, necesarios para la operación.

- **REPARACION Y MANTENIMIENTO**

Todo el equipo y las instalaciones que se utilizan en mina tienen que ser mantenidos y reparados tanto mecánicamente como eléctricamente.

Por la cantidad de equipos y por la importancia de esta rama del trabajo es que ella funciona en forma separada de las operaciones.

- **SERVICIOS AUXILIARES**

Por ultimo hay algunas funciones que no están ligadas a la producción, pero que constituyen parte integral del conjunto de labores de la mina, tales por ejemplo son seguridad, el suministro de insumos y repuestos (almacenes), control y evaluación (ingeniería, geología, contabilidad), etc.

trenes mediante un operador de tolva. La tolva tiene un flujo de 85 tn/min

En el embarcadero los volquetes cargan directamente a los vagones. El tiempo de carguio de un tren es de 25 min. El uso del embarcadero es muy restringido solo para casos de emergencia o cuando la tolva esta de reparación.

- Carguio directo desde los niveles al tren. Consiste en que las palas cargan directamente desde los niveles. Para llevar a cabo este sistema se tiene que instalar línea férrea a lo largo de todo el nivel en la que los trenes no tengan problema para salir.

4.1.5 OPERACIONES CONEXAS

Son aquellas etapas de la operación de la mina que requieren para preparar o mantener la producción a ritmo normal, estas son las siguientes:

- **Mantenimiento de vías F.C.** Se encarga de construir, cambiar y mantener las vías mencionadas.

V. EVALUACION DE RENDIMIENTOS

5.1 TRANSPORTE SOBRE RIELES Y NEUMATICOS

La eficiencia de esta actividad esta en función a la distancia, ubicación y accesibilidad de los echaderos principales. En muchos casos este transporte hasta el botadero o tolva, es un transporte mixto

La eficiencia de esta actividad radica en los factores determinantes que se indican a continuación, los mismos que no dependen de la mano de obra (operador).

5.1.1 FACTORES DETERMINANTES

- Coordinación de programa por guardia
- Mantenimiento de equipos.

La coordinación tiene que ser dinámico y en perfecta coordinación con la guardia saliente y la proyección con la guardia posterior.

Considerando las leyes del mineral (para lograr el cut off), volúmenes existentes, distancias a depositar y la perfecta sincronización con los equipos o instalaciones para el traslado respectivo

para la molienda y tratamiento en planta concentradora,
hay casos de sincronización como:

Volquete wincha de isaje

Volquete - volquete

Volquete - Fajas transportadoras

Volquete - locomotoras

volquete - tolvas - locomotora

Palas - locomotoras

Palas - volquetes - locomotoras.

MANTENIMIENTO DE EQUIPOS. Es el factor mas importante en las operaciones mineras por cuanto su organización trabajo preventivo, rutinario y programado incidirán en el ritmo de productividad. Un mantenimiento no adecuado originará un desface en el planteamiento de la producción. En cuanto a la localización de talleres de mantenimiento tiene que ver distancias próximas si fuese posible en el interior de la mina.

5.2 EVALUACION DE RENDIMIENTO EN CARGUIO Y

EXCAVACIÓN

Se ha realizado un estudio de excavación y carguio en palas eléctricas P&H - 1800 de 9 Yc de capacidad, que trabajan con volquetes de 80 tn, con el propósito de ilustrar la aplicación practica de los métodos de productividad en minería superficial.

La eficiencia del carguio con palas esta en función directa con el tipo de material a cargar, el ángulo de giro y la relación con la capacidad de las unidades de acarreo.

Para el desarrollo del presente estudio se ha seguido el siguiente proceso de técnicas de productividad:

- Análisis de la mano de obra
- Búsqueda de baja eficiencia
- Ciclo de trabajo
- Control de equipos.

- Análisis de la mano de obra:

Es uno de los factores que influye en el rendimiento de las palas, puesto que ello depende del cuidado y habilidad que se ponga en posicionar y operar la pala; para obtener mejores resultados y es lo que distingue a un buen

operador, que además debe establecer un plan de trabajo al principio de la guardia de acuerdo a las condiciones del material y el espacio disponible para el carguio, carguio que debe realizarse atendiendo las indicaciones de los supervisores.

La posición de la pala debe ser tal que facilite la ubicación de los volquetes a ser cargados tratando de que sea siempre por ambos lados de la pala, para evitar demoras al cuadrarse y que el ángulo de giro de la pala sea menor o igual a 90° para mantener al mínimo el tiempo ocioso de las unidades de acarreo mientras se carga.

El operador tiene que coordinar el movimiento y trabajo de la pala con los operadores de equipos auxiliares que realizan la limpieza del piso de la pala para que facilite el movimiento de la pala y los volquetes.

- Búsqueda de baja eficiencia

Generalmente tres a seis pasadas de pala deben llenar a una unidad de acarreo, el cual representa un buen equilibrio, naturalmente es preferible una cantidad menor de pasadas de la pala y ángulos de giro menores de 90° . Como se podrá apreciar en el cuadro de

producción de palas, el numero de pasadas como el ángulo de giro exceden dichas recomendaciones, en los diferentes tipos de material que se tiene en Toquepala, consecuentemente ello representa mucho tiempo ocioso para las unidades de acarreo, puesto que estos tienen que esperar mas tiempo de lo recomendado para ser cargados, lo cual significa una disminución en la eficiencia de las unidades de acarreo; para solucionar este problema se ha recurrido a los métodos d productividad indicados anteriormente, que a continuación se verá su aplicación.

Control de equipos

Siendo la capacidad de las unidades de excavación y carguío no compatible, debido a que la pala realiza 7 pasadas por volquete, el cual pasa las recomendaciones técnicas, es que se ha visto la necesidad de aumentar la capacidad de estas con la finalidad de aumentar la eficiencia de los equipos de carguio y acarreo, por ende el de la producción, para dicho cometido ha sido necesario tomar datos de las condiciones actuales de excavación de palas, es decir el tipo de material, factores de llenado, ciclos de

carguio, numero de pases por volquete, tomados en el campo, con estos datos se realizan los cálculos de producción de palas con la capacidad actual de los cucharones y considerando que los cucharones fuesen de mayor capacidad, puesto que es factible cambiar los cucharones por otras de mayor capacidad, tomando en cuenta el tipo de material, el cual tiene notable influencia en el ciclo de carguio de la pala puesto que la facilidad con que fluye en la cuchara y la rapidez con que se llena las mismas es un factor importante para la eficiencia operativa de la pala. Siendo el material imperante en toquepala las que pertenecen a las condiciones de excavación fácil y media, teniendo además la potencia de los motores de la pala suficientes para trabajar con cucharones de mayor capacidad es que se ha recomendado cambiar los cucharones.

- Estudio del ciclo de carguio

Para ello se ha tomado los tiempos de carga, giro y descarga, lo que se realiza con cronómetros simples, obteniéndose los siguientes resultados, para diferentes tipos de material.

PRODUCCIÓN DE PALAS DE 9 Yc

Condiciones de excavación	Tipo de material	min/pase	Factor de llenado	tn/pase	tn/Hr
Fácil	Brecha silicificada	0.59	0.95	12.74	1 073.3
Mediana	Brecha argilizada	0.62	0.90	12.07	969.5
Duras	Preble argilitizada	0.65	0.85	11.40	873.4
Muy duras	Riolita Toquepala	0.73	0.75	10.06	686.3
				Total = 3 606.5	

* Eficiencia Operativa = 0.83 (50 minutos/hora)

* Disponibilidad mecánica = 0.90

* Densidad del material = 1.49 tn/Yc

* Factor de llenado = 0.90

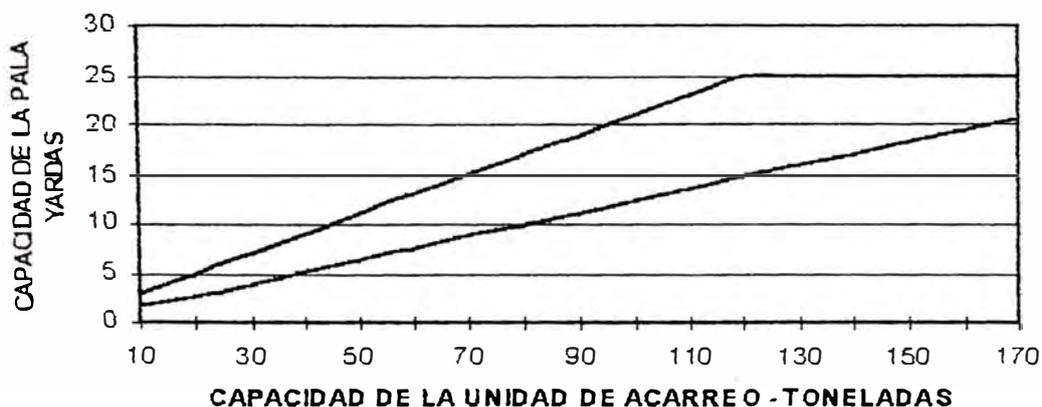
* Angulo de giro promedio 95°.

Equilibrio entre las dimensiones del equipo de acarreo y carga.

Para conseguir una producción alta en las unidades de acarreo. El tiempo ocioso, tal como el que se produce mientras se efectúa la carga, debe ser mantenida al mínimo. Generalmente, tres a cinco pasadas de la pala para llenar la unidad de transporte representa un buen equilibrio entre las dimensiones del equipo de acarreo y de carga, naturalmente, es preferible una cantidad menor de pasadas de pala, previendose que:

- 1.- La dimensión de la caja no sea demasiado pequeña, en relación con el balde de la pala; resultando un derramamiento excesivo e impactos contra la unidad.
- 2.- El tiempo de carga no sea tan corto como para ocasionar una demora en la llegada del volquete siguiente, ocasionando un excesivo tiempo ocioso de la pala.

El gráfico siguiente ilustra los rangos de capacidad recomendada de la pala y el volquete.



La eficiencia operativa se considera 50 min por hora, un ángulo de giro en promedio de 95° y una densidad de material de 1.49 tn/yc. Con estos datos se realiza el calculo para determinar la producción de las palas con capacidades de cucharón de 10 yc. y 12 yc. para que el numero de pases por volquete sea de 6 en un caso y 5 en el otro caso.

PRODUCCIÓN DE PALAS DE 10 Yc

Condiciones de excavación	Tipo de material	min/pase	Factor de llenado	tn/pase	tn/Hr
Fácil	Brecha silicificada	0.59	0.95	14.16	1 200
Mediana	Brecha argilizada	0.62	0.90	13.41	1 082
Duras	Preble argilitizada	0.65	0.85	12.67	975
Muy duras	Riolita Toquepala	0.73	0.75	11.18	766
				Total =	4 023

PRODUCCIÓN DE PALAS DE 12 Yc

Condiciones de excavación	Tipo de material	min/pase	Factor de llenado	tn/pase	tn/Hr
Fácil	Brecha silicificada	0.59	0.95	16.99	1 439.4
Mediana	Brecha argilizada	0.62	0.90	16.09	1 297.8
Duras	Preble argilitizada	0.65	0.85	15.20	1 169.0
Muy duras	Riolita Toquepala	0.73	0.75	13.41	918.5
				Total = 4 824.6	

ALTERNATIVAS DE SOLUCION.- Teniendo en cuenta la carga estática de balanceo, según norma SAE y la capacidad de los motores de la pala se recomienda cambiar los cucharones con capacidad de 12 Yc. Con lo que el número de pases por volquete sería 5 y la producción aumentaría en 33.7%.

V. CONCLUSIONES

Primeramente la productividad es el termómetro que mide el progreso de cualquier industria, empresa o puesto de trabajo "es una actitud mental de progreso". Su aplicación debe ser sistemática y continua.

Para aumentar la productividad se puede actuar sobre los 2 componentes determinantes, como la mano de obra y maquinaria, es decir, aumentando la maquinaria se incrementa la productividad, sin embargo mecanización y productividad no son sinónimos.

- La productividad va íntimamente ligada a la rentabilidad de las inversiones.
- La economía resultante de la aplicación de las técnicas de productividad comienza de inmediato y continúan mientras dure la aplicación de las mismas.

La productividad genera mayor producción y evita el desperdicio en todas sus formas (tiempo, tecnología y esfuerzo del hombre).

La buena aplicación de estas técnicas nos conducirán a los siguiente:

a > productividad < Cout off

a > Productividad > ingreso percapita

a > productividad > renta bruta (Mas impuestos)

a > Productividad > Estabilidad de la empresa

a > Productividad > Producción.

- Los factores de la producción generalmente deben ser relacionados con la productividad.

RELACIÓN : Factores / técnicas de productividad

FACTORES DE PRODUCTIVIDAD	TÉCNICAS DE PRODUCTIVIDAD
Persona	Análisis de mano de obra
Tecnología	Planeamiento de producción
Política salarial - laboral	Incentivo de salarios
Leyes del yacimiento	Control de calidad

- No es recomendable en una mina trabajar con diferentes marcas de perforadoras, equipos y materiales de trabajo.
- La reparación o instalaciones mayores deben programarse para días feriados o trabajos los días domingos

Ampliación de tolvas primarias o una adicional para mayor recepción de mineral puesto que la extracción generalmente es un cuello de botella.

En cuanto a la mano de obra considero que este factor es muy importante para elevar el rendimiento y se debe tratar como sigue.

Darles ordenes especificas

Evitar contraórdenes

Capacitación o instrucción permanente

Atender sus problemas familiares

Incentivos económicamente

- El mantenimiento de equipos debe tener un programa y contar con personal especializado.

Extinguir totalmente el trabajo en horas extras, el cual debe ser una norma política de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- Ingeniería de producción
Jesús A de Laciñana
Editorial Deusto 1982

- Manual del ingeniería de Producción Industrial
Harold Maynard
Editorial Limusa 1984

- Introducción al Estudio de trabajo
Organización Internacional del Trabajo
Ginebra 1968

- Medición y técnicas de producción industrial
Roberto Romero M.
Tesis UNI 1968

- Aplicación de Métodos
Antonio Texeider M.
Tesis UNI 1979

- Ingeniería de Producción

Elwood Buffa

Editorial Limusa 1969

- Productividad en Explotación Minero - Metalurgica

Ingeniero Mario Cedrón Lassus

Atlas Copco Peruana S.A.

- Reflexiones sobre Productividad Minera

Ingeniero Julio Hidalgo Mendieta

INGEMMET.