

CURSO DE FORMACIÓN

SUPERVISIÓN DE PERFORACION Y VOLADURA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA

Presentado por:

M.Sc. Ing. Robert G. Santiago Lucas

Cip: 169493

Módulo 10

GESTIÓN DE COSTOS Y PLANIFICACIÓN EN MINERÍA SUBTERRÁNEA



INDICE

- Control de Costos y Planificación en Operaciones de Perforación y Voladura Subterránea.
- Factores Económicos Relevantes para la Perforación y Voladura Subterránea.
- Cálculo de Rendimiento en Perforación Subterránea.
- Evaluación de la Velocidad de Perforación, Ubicación y Costos Totales.
- Cálculo de Factores Clave en la Eficiencia de Voladura.

1. COSTOS

El término costos ofrece múltiples significados y hasta la fecha no se conoce una definición que abarca todos los aspectos.

Tienen implicaciones sociales y económicas, y como derivadas de estas últimas, un aspecto contable.

Los costos en materia económica, pueden medirse en términos reales o en términos monetarios. Los primeros están representados por los esfuerzos, sacrificios y esperas, mientras que los segundos, por la suma de dinero gastado para producir una cosa, es decir los costos reales se miden en términos físicos o psicológicos, y los costos monetarios, en términos de dinero.

Los costos son los valores de los recursos reales o financieros utilizados para la producción, en un periodo dado.

2. Clases de Costos

Existen diversos criterios para clasificar los costos.

a) Costos Directos

Los costos directos cuyo monto total cambia a medida que cambia los niveles de producción. Los costos directos por unidad sin embargo, se mantienen constantes, mientras cambian los niveles de producción.

Entre estos costos tenemos:

- ☐ Explosivos
- ☐ Barrenos
- ☐ Servicios
- ☐ Mercadeo (transporte, costos de venta, manipuleo).
- ☐ Madera y otros.

b) Costos Indirectos

Costos cuyos totales no cambian con los cambios en el volumen dentro de una escala de volumen determinada. Sin embargo los costos indirectos oportunidad si cambian con los cambios en el nivel de producción.

Entre estos costos tenemos:

- ☐ Depreciación.
- ☐ Labor
- ☐ Seguros

2. Clases de Costos

c) Costos Semidirectos

Los costos que permanecen inalterables en un monto total cuando los niveles de actividad cambian dentro de gamas relativamente más amplias. Es decir, el costo total aumenta o disminuye en ciertos puntos del nivel de producción, más bien gradualmente con cada pequeño cambio en el volumen de producción.

Entre estos costos tenemos:

- ☐ Supervisión
- ☐ Mantenimiento
- ☐ Gastos generales

Viene a ser la cantidad acumulada del costo de un lote de producción o de un proyecto.

3. Cálculo de costo de perforación

El costo de perforación se suele expresar por metro perforado, usando la siguiente formula:

3. Cálculo de costo de perforación

El costo de perforación se suele expresar por metro perforado, usando la siguiente formula:

$$C_T = \frac{C_A + C_I + C_M + C_O + C_E + C_L}{VM} + C_B$$

Donde:

Costos Indirectos:

C_A = Amortización (\$/h)

C_I = Intereses y Seguros (\$/h)

Costos Directos:

C_M = Mantenimiento y Reparaciones (\$/h)

C_O = Mano de Obra (\$/h)

C_E = Combustibles o energía

C_L = Aceites, grasas y filtros (\$/h)

C_B = Aceros de perforación (Brocas, barreno, Shack, manguitos, adaptadores, etc) (\$/h)

3. Cálculo de costo de perforación

VM= Velocidad Media de Perforación

$$VPM = VM = \frac{VP}{NV} * \frac{1 - 0.91 NV}{0.09}$$

Donde:

NV =Número de varillas empleados

VP =Velocidad de penetración conseguida con la primera varilla.

Tiempos medios para el cambio varilla	CAMBIO DE VARILLA	
	MANUAL	AUTOMATICO
Tiempo de Poner Varilla	1.0 min	0.9 min
Tiempo de quitar Varilla	1.5 min	1.0 min
Tiempo Total de varilla	2.5 min	1.9 min

3. Cálculo de costo de perforación

3.1. Costos Indirectos

Amortización.-

La amortización depende básicamente de 2 factores: de la pérdida de valor y deterioro producido por el uso y de la pérdida debida al paso del tiempo.

El costo horario de amortización, si se considera que es lineal, se calcula de la siguiente forma:

$$C_A = \frac{(\text{Precio de adquisición} - \text{Valor residual})}{\text{Horas de vida}}$$

Intereses, Seguros e Impuestos.-

En el cálculo de este costo se aplica la siguiente expresión.

$$C_I = \frac{\frac{N + 1}{2N} \cdot \text{Precio de Adquisición} \cdot \%(Int + Seg + Imp)}{\text{Horas de trabajo al año}}$$

3. Cálculo de costo de perforación

3.2. Costos Directos

Mantenimiento y Reparaciones.-

Incluye los costos de mantenimiento preventivo y averías. Se estima con la siguiente expresión.

$$CM = \frac{\text{Precio del Equipo}}{1000} * FR(\%)$$

Donde:

FR = Factor de Reparación

En la siguiente tabla mostraremos mostremos algunas cifras orientadas al Factor de Reparación.

EQUIPOS NEUMATICOS	FACTOR DE REPARACION	
	REPUESTOS	RESPUESTOS + M.O
Carro sin Perforadora		
* Para martillo en cabeza	4 – 6%	8 – 12%
* Para martillo en fondo	3 – 5%	6 - 10%
Perforadoras		
* Martillo en cabeza	6 – 10%	12 – 20%
* Martillo en fondo	8 – 12%	16 – 24%
Martillo Manual	6 – 10%	12 – 20%
Compresor Portátil	2 – 3%	4 – 6%

3. Cálculo de costo de perforación

3.2. Costos Directos

Mano de Obra.-

Corresponde al costo horario del perforista incluyendo gastos sociales, vacaciones, etc. Y del ayudante cuando se precise.

Combustible o Energía.-

Este costo se calcula a partir de las especificaciones de los motores que monte la máquina y el compresor, que pueden ser de tipo diesel o eléctrico. Para los primeros se aplica la siguiente expresión:

$$CE = 0.3 \text{ POTENCIA(Kw)} * FC * \text{Precio Combustible}$$

$$CE = 0.22 \text{ POTENCIA(HP)} * FC * \text{Precio Combustible}$$

Siendo:

FC = Factor de Combustible, varía de 0.65 y 0.85

Aceites, Grasas y Filtros.-

Se estima como un porcentaje de consumo de energía y oscila generalmente entre el 10 y el 20%, según las máquinas.

Aceros de perforación (Brocas, barrenos, manguitos y adaptadores, etc).-

Es una de las partidas más importantes que puede calcularse a partir de los daños provocados, o por la vida útil que se tienen todos los aceros que usan en la perforación.

EJEMPLO PRATICO 01

Los costos están expresados en dólares, debido a que esta unidad monetaria es la más estable. En Febrero de 2021, el cambio fue US\$ 1.00 = I/3.643.

1.Roca Dura

Para hallar el costo de perforación por metro de avance en este tipo de roca, se efectuó los cálculos de costos de perforación en el Crucero 74 S, Nv. 74, tipo de roca dura; Sección del frente de 7 ft x 8 ft, haciendo un área total de 56 ft² con 35 taladros de 4 ft. c/u obteniéndose un avance promedio de 1.10 mts. Por disparo.

1.Roca Dura

COSTOS DIRECTOS

<u>Mano de obra</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot:</u>
1 Perforista	2.786	2.786
1 ayudante	2.357	<u>2.357</u>
Sub – Total/día		5.143
Leyes sociales 60%		<u>3.086</u>
Total/Disp.		8.229
Total/m		7.481
<u>Explosivos</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot:</u>
190 Cart./Disp.	0.088	16.720
34 Fulmin./Disp.	0.041	1.400
64 metros Guía/Disp.	0.089	<u>5.620</u>
Total/Disp		23.740
Total/m.		21.580
<u>Barrenos</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot:</u>
Duración Juego : 230m.		
Costo Juego : \$ 215		
Costo Unitario : \$ 0.935/m.		
Mts. Perf/Dip : 42.672		
Costo de barrenos/Disp.	0.935	<u>39.898</u>
Total/Disp.		39.898
Total/m.		36.270

10/01/2024

1.Roca Dura

COSTOS INDIRECTOS

<u>Enseres</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
4 pares de botas de jebe		
X 1/120 días	17.401	69.60
4 pares de guantes cuero		
X 1/120 días	2.630	10.52
2 sacos de jebe		
X 1/120 días	16.890	33.78
2 pantalones de jebe		
X 1/120 días	14.547	29.09
Sub total x 1/120 días		142.99
Sub Total/día		1.19
4 protectores		
X 1/360 días	3.306	13.22
4 lámparas de batería		
X 1/360 días	21.965	87.86
2 Respiradores		
X 1/360 días	2.963	5.92
4 correas potalámparas		
X 1/360 días	2.014	4.02
Sub total x 1/360 días		111.03
Sub total/día		0.30
Total/día		1.50
Total/m.		1.36

10/01/2024

1.Roca Dura

COSTOS INDIRECTOS

<u>Máquina Perforadora</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot:</u>
Equipo nuevo	4.000	4.00
Tpo. Amort. : 8,000 hrs.		
Costo/hr. : \$ 0.500		
Amort. X 3.4 hrs	0.500	1.75
Aceite Rock Drill x ¼	3.100	<u>0.77</u>
Sub-Total/Disp.		2.52
Mant. Rep. Y Repar. 20%		<u>0.50</u>
Total/Disp.		3.03
Total/m.		2.75
<u>Tuberías y Conexiones</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot:</u>
30 m. tubería de 2''		
Aire x 1/360 días	3.610	108.30
Accesorios y conex. 15%		16.24
30 m. Tubería de 1''		
Aire x 1/360 días	2.180	65.40
Accesorios y conex. 15%		<u>9.81</u>
Total/360 días		199.75
Total/día		0.55
Total/m.		0.50

10/01/2024

2.6. CÁLCULOS DE COSTOS DE PERFORACIÓN EN DIFERENTES TIPOS DE ROCA

1.Roca Dura

Mangueras y Conexiones

US \$ Unit.

US \$ Tot.



30 m. tubería de 1''

Aire x 1/360 días

2.895

86.85

Accesorios y conex. 15%

13.27

30 m. Tubería de ½''

Aire x 1/360 días

2.230

66.90

Accesorios y conex. 15%

10.03

Total/360 días

177.06

Total/día

0.49

Total/m.

0.44

COSTOS INDIRECTOS

Tuberías y Conexiones

US \$ Unit.

US \$ Tot.

Equipo nuevo

40,000

40,00

Tpo. Amort. : 10,000 hrs.

Costo/hr. : \$ 4.000

Amort. X 3.4 hrs.

4.000

14.00

Accesorios y otros 20%

2.80

Sub-Total/día

16.80

Mant. Rep. Y Repar. 20%

3.36

Total/Día

20.16

Total/m.

18/01/2024
18/32

1.Roca Dura

COSTOS INDIRECTOS

<u>Fluido eléctrico</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
Consumo/mes : 3,000 Kw.		5,40
Accesorios y otros 20%		<u>1,08</u>
Sub-Total/mes		6,48
Costo/hr. : \$ 3.375		
Costo x 3.4 hrs.	3.375	11.81
Rep. Mant. Y Repar. 20%		<u>2.36</u>
Total/Disp.		14.17
Total/m.		12.88

1.Roca Dura

RESUMEN COSTOS INDIRECTOS Y DIRECTOS

<u>Costos Directos</u>	<u>US \$ Total</u>
1.0 Mano de Obra	7.481
2.0 Explosivos	21.580
3.0 Barrenos	36.270
Sub-Total	65.331

<u>Costos Indirectos</u>	<u>US \$ Total</u>
1.0 Mano de Obra	2.934
2.0 Herramientas	0.439
3.0 Enseres (Eq. De Prot.)	1.360
4.0 Máquina Perforadora	2.775
5.0 Tuberías y conexiones	0.504
6.0 Mangueras y conexiones	0.447
7.0 Aire comprimido	18.327
8.0 Fluido Eléctrico	<u>12.887</u>
Sun-Total	<u>39.653</u>

Del costo total hallado el 35%
representa el costo de barrenos.

T O T A L: CD + CI

104.98410/01/2024

EJEMPLO PRATICO 02

Los costos están expresados en dólares, debido a que esta unidad monetaria es la más estable. En Febrero de 2021, el cambio fue US\$ 1.00 = I/3.643.

2.Roca Semidura

Los cálculos de perforación por metro de avance en este tipo de roca, se efectuó los cálculos de costos de perforación en la Galería 178Nw, Nv. 125, tipo de roca Semidura: sección de la labor 7 ft. X 8 ft, haciendo un área total de 56 ft² con 28 taladros de 5 ft. c/u obteniéndose un avance promedio de 1.20 mts. Por disparo.

2.Roca Semidura

COSTOS DIRECTOS

<u>Mano de obra</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
1 Perforista	2.786	2.78
1 Ayudante	2.357	2.35
Sub-Total/día		5.14
Leyes sociales 60%		3.08
Total/Disp.		8.22
Total/m.		6.85
<u>Explosivos</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
155 Cart./Disp.	0.088	13.6
27 fulmin./Disp.	0.041	1.1
50.30m. Guía/Disp.	0.089	4.4
Total/Disp.		19.2
Total/m.		16.0
<u>Barrenos</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
Duración juego : 360m.		
Costo juego : \$ 215		
Costo Unitario : \$ 0.935/m.		
Mts. Perf/Disp : 42.672		
Costo de barrenos/Disp.	0.935	39.89
Total/Disp.		39.89
Total/m.	10/01/2024	33.24

2.Roca Semidura

COSTOS INDIRECTOS

<u>Mano de obra</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
1 Capataz (1/8)	3.429	0.42
1 Comprnsorista (1/8)	2.357	0.29
1 Rep.Máq.Perf. (1/4)	3.769	<u>0.94</u>
Sub-Total		1.66
Leyes sociales 60%	4.500	0.99
Supervisión (1/8)		<u>0.56</u>
Total/Disp.		3.22
Total/m.		2.69

<u>Herramientas</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
2 piezas de Esmeril		
Todas/guardias	50.215	100.4
Por afilado de barreno (2)	0.210	<u>0.4</u>
Otros 15%		<u>0.0</u>
Total/Disp.		0.4
Total/m.		0.4

2.Roca Semidura

COSTOS INDIRECTOS

<u>Enseres</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
4 pares de botas de jebe		
X 1/120 días	17.401	69.60
4 pares de guantes cuero		
X 1/120 días	2.630	10.52
2 sacos de jebe		
X 1/120 días	16.890	33.78
2 pantalones de jebe		
X 1/120 días	14.547	<u>29.09</u>
Sub-total x 1/120 días		142.99
Sub-Total/día		<u>1.19</u>
4 protectores		
X 1/360 días	3.306	13.22
4 lámparas de batería		
X 1/360 días	21.965	87.86
2 respiradores		
X 1/360 días	2.963	5.92
4 correas portalámparas		
X 1/360 días	2.014	<u>4.02</u>
Sub-Total x 1/360 días		111.03
Sub-Total/día		<u>0.30</u>
Total/día		1.50
Total/m.		1.25

10/01/2024

2.Roca Semidura

COSTOS INDIRECTOS

<u>Máquina Perforadora</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
Equipo nuevo	4,000	4,00
Tpo.Amort. : 8,000 hrs.		
Costo/hr. : \$ 0.500		
Amort. X 2.25 hrs	0.500	1.12
Aceite rock Drill x ¼	3.100	<u>0.77</u>
Sub-Total/Disp.		1.90
Mant. Rep. Y Repar. 20%		<u>0.38</u>
Total/Disp.		2.28
Total/m.		1.90
<u>Tuberías y Conexiones</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
30m. tubería de 2''		
Aire x 1/360 días	3.610	108.30
Accesorios y conex. 15%		16.24
30 m. tubería de 1''		
Aire x 1/360 días	2180	65.40
Accesorios y conex. 15%		<u>9.81</u>
Total/360 días		199.75
Total/día		0.55
Total/m.		10.046

2.Roca Semidura

COSTOS INDIRECTOS

<u>Mangueras y Conexiones</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
30 m. tubería de 1"		
Aire x 1/360 días	2.895	86.85
Accesorios y conex. 15%		13.27
30 m. Tubería de ½"		
Aire x 1/360 días	2.230	66.90
Accesorios y conex. 15%		<u>10.03</u>
Total/360 días		177.06
Total/día		0.49
Total/m.		0.41
<u>Tuberías y Conexiones</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
Equipo nuevo	40,000	40,00
Tpo. Amort. : 10,000 hrs.		
Costo/hr. : \$ 4.000		
Amort. X 3.4 hrs.	4.000	9.00
Accesorios y otros 20%		<u>1.80</u>
Sub-Total/día		10.80
Mant. Rep. Y Repar. 20%		<u>2.16</u>
Total/Día/Disp.		12.96
Total/m.		10.08

2.Roca Semidura

COSTOS INDIRECTOS

<u>Fluido eléctrico</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot:</u>
Consumo/mes : 3,000 Kw.		5.40
Accesorios y otros 20%		<u>1.08</u>
Sub-Total/mes		6.48
Por labor (8)/día		27.00
Costo/hr. : \$ 3.375		
Tiempo de operación x 2.25 hrs		
Costo de fluido eléct.	3.375	7.59
Rep. Mant. Y Repar. 20%		<u>1.51</u>
Total/Disp.		9.11
Total/m.		7.59

2.Roca Semidura

RESUMEN DE COSTOS INDIRECTOS Y DIRECTOS

<u>Costos Directos</u>	<u>US \$ Total</u>
1.0 Mano de Obra	6.856
2.0 Explosivos	16.036
3.0 Barrenos	<u>33.249</u>
Sub-Total	56.141

<u>Costos Indirectos</u>	<u>US \$ Total</u>
1.0 Mano de Obra	2.690
2.0 Herramientas	0.402
3.0 Enseres (Eq. De Prot.)	1.250
4.0 Máquina Perforadora	1.900
5.0 Tuberías y conexiones	0.463
6.0 Mangueras y conexiones	0.410
7.0 Aire comprimido	10.800
8.0 Fluido Eléctrico	<u>7.594</u>
Sub-Total	<u>25.509</u>

T O T A L: CD + CI

81.650

10/01/2024

Del costo total hallado US \$
81.650 el 40% de éste costo total
corresponde al costo de barrenos.

EJEMPLO PRATICO 03

Los costos están expresados en dólares, debido a que esta unidad monetaria es la más estable. En Febrero de 2021, el cambio fue US\$ 1.00 = I/3.643.

3.Roca Suave

Los cálculos de perforación por metro de avance en este tipo de roca, se efectuó los cálculos de costos de perforación en el Sub-Nv.- 240NE, Nv. – 200, tipo de roca Semidura; Sección de la labor 5 ft. X 6 ft. Haciendo un área total de 30 ft² con 12 taladros de 5 ft. c/u obteniéndose un avance promedio de 1.40 mts. Por disparo .

3.Roca Suave

COSTOS DIRECTOS

<u>Mano de obra</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot:</u>
1 Perforista	2.786	1.39
1 Ayudante	2.357	1.17
Sub Total / día		2.57
Leyes sociales 60%		1.64
Total/Disp.		4.11
Total/m.		2.93

<u>Herramientas</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot:</u>
60 Cart./Disp.	0.088	5.2
12 Fulmin./Disp.	0.041	0.4
22.86 m. Guía/Disp.	0.089	2.0
Total/Disp		7.8
Total/m.		5.5

<u>Enseres</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot:</u>
Duración Juego : 430 m.		
Costo Juego : \$ 215		
Costo Unitario : \$ 0.500/m.		
Mts. Perf/Disp : 18.288		
Costo de barrenos/Disp.		9.14
Total/Disp.		9.14
Total/m.		6.53

10/01/2024

3.Roca Suave

COSTOS INDIRECTOS

<u>Mano de obra</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot:</u>
1 Capataz (1/8)	3.429	0.42
1 Comprensorista (1/8)	2.357	0.29
1 Rep.Máq.Perf. (1/4)	3.769	<u>0.94</u>
Sub-Total		1.66
Leyes sociales 60%		0.99
Supervisión (1/8)	4.500	<u>0.56</u>
Total/Disp.		3.22
Total/m.		2.30

<u>Herramientas</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot:</u>
2 piezas de Esmeril		
Todas/guardias	50.215	100.4
Por afilado de barreno (2)	0.210	<u>0.4</u>
Otros 15%		<u>0.6</u>
Total/Disp.		0.4
Total/m.		0.4

3.Roca Suave

COSTOS INDIRECTOS

<u>Enseres</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
4 pares de botas de jebe		
X 1/120 días	17.401	69.60
4 pares de guantes cuero		
X 1/120 días	2.630	10.52
2 sacos de jebe		
X 1/120 días	16.890	33.78
2 pantalones de jebe		
X 1/120 días	14.547	29.09
Sub-total x 1/120 días		142.99
Sub-Total/día		1.19
4 protectores		
X 1/360 días	3.306	13.22
4 lámparas de batería		
X 1/360 días	21.965	87.86
2 respiradores		
X 1/360 días	2.963	5.92
4 correas portalámparas		
X 1/360 días	2.014	4.02
Sub-Total x 1/360 días		111.03
Sub-Total/día		0.30
Total/día		1.50
Total/m.		1.07

10/01/2024

3.Roca Suave

COSTOS INDIRECTOS

<u>Máquina Perforadora</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot:</u>
Equipo nuevo	4,000	4,00
Tpo.Amort. : 8,000 hrs.		
Costo/hr. : \$ 0.500		
Amort. X 2.25 hrs	0.500	1.37
Aceite rock Drill x ¼	3.100	<u>0.77</u>
Sub-Total/Disp.		1.14
Mant. Rep. Y Repar. 20%		<u>0.22</u>
Total/Disp.		1.36
Total/m.		0.97
<u>Tuberías y Conexiones</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot:</u>
30m. tubería de 2''		
Aire x 1/360 días	3.610	108.30
Accesorios y conex. 15%		16.24
30 m. tubería de 1''		
Aire x 1/360 días	2.180	65.40
Accesorios y conex. 15%		<u>9.81</u>
Total/360 días		199.75
Total/día		0.55
Total/m.		1003.92024

3.Roca Suave

COSTOS INDIRECTOS

<u>Mangueras y Conexiones</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
30 m. tubería de 1''		
Aire x 1/360 días	2.895	86.85
Accesorios y conex. 15%		13.27
30 m. Tubería de ½''		
Aire x 1/360 días	2.230	66.90
Accesorios y conex. 15%		10.03
Total/360 días		177.06
Total/día		0.49
Total/m.		0.41
<u>Tuberías y Conexiones</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
Equipo nuevo	40,000	40,00
Tpo. Amort. : 10,000 hrs.		
Costo/hr. : \$ 4.000		
Amort. X 3.4 hrs.	4.000	3.00
Accesorios y otros 20%		0.60
Sub-Total/día		3.60
Mant. Rep. Y Repar. 20%		0.72
Total/Día/Disp.		4.32
Total/m.		108.00

3.Roca Suave

COSTOS INDIRECTOS

<u>Fluido eléctrico</u>	<u>US \$ Unit.</u>	<u>US \$ Tot.</u>
Consumo/mes : 3,000 Kw.		5.40
Accesorios y otros 20%		<u>1.08</u>
Sub-Total/mes		6.48
Por labor (8)/día		27.00
Costo/hr. : \$ 3.375		
Tiempo de operación x 2.25 hrs		
Costo de fluido eléct.	3.375	2.53
Rep. Mant. Y Repar. 20%		<u>0.50</u>
Total/Disp.		3.03
Total/m.		2.16

3.Roca Suave

RESUMEN DE COSTOS INDIRECTOS Y DIRECTOS

<u>Costos Directos</u>	<u>US \$ Total</u>
1.0 Mano de Obra	2.939
2.0 Explosivos	5.766
3.0 Barrenos	<u>6.531</u>
Sub-Total	15.046

<u>Costos Indirectos</u>	<u>US \$ Total</u>
1.0 Mano de Obra	2.306
2.0 Herramientas	0.402
3.0 Enseres (Eq. De Prot.)	1.071
4.0 Máquina Perforadora	0.977
5.0 Tuberías y conexiones	0.396
6.0 Mangueras y conexiones	0.410
7.0 Aire comprimido	3.086
8.0 Fluido Eléctrico	<u>2.169</u>
Sun-Total	<u>10.817</u>

T O T A L: CD + CI

25.863
10/01/2024

Del costo total hallado US \$ 25.863 el 25% (\$ 6.531) de éste costo total corresponde al costo de barrenos.

4.RESUMEN DE COSTOS

RESUMEN GENERAL

Costos Directos	R.Dura.%	R.Sem.%	R.suave.%	Pro.%
1.0 Mano de Obra	7.126	8.397	11.364	8.962
2.0 Explosivos	20.556	19.64	21.56	20.585
3.0 Barrenos	34.548	40.721	25.252	33.507
Costos Indirectos				
1. Mano de Obra	2.795	3.295	8.916	5.002
2. Explosivos	0.418	0.492	1.554	0.821
3. Enseres	1.295	1.531	4.141	2.322
4. Máquina Perfor.	2.624	2.327	3.778	2.91
5. Tuberías y conex.	0.48	0.567	1.531	0.859
6. Mangueras y conex.	0.426	0.502	1.585	0.838
7. Aire comprimido	17.457	13.227	11.932	14.205
8. Fluído Eléctrico	12.275	9.301	8.387	9.989
T O T A L :	100	100	100	100

PÉRDIDAS DIRECTAS:

Sobrecarga de explosivos	sobre excavación
Avances deficientes	dilución
Voladura secundaria	seguridad (accidentes)
Desperdicio de materiales	deterioro de equipos
Abandono de explosivos	

PÉRDIDAS INDIRECTAS:

Por Fragmentación Irregular	
Paleo Y Acarreo Deficiente	
Exceso De Material A Transportar Por Sobre	Excavación
Mayores Costos De Chancado En Planta	Por Sobre
Dimensionamiento Y Exceso De Energía	
Empleo De Elementos De Sostenimiento	(Pernos,
Cuadros, Schocrete)	
Costos De Desquinche Y Cementado	

10.2. FACTORES ECONOMICOS PARA LA PERVOL SUBTERRÁNEO

EXPRESIÓN DE COSTOS:

- ❖ En desarrollos: costos o precios por metro de avance
- ❖ En producción: costos o precios por metro cúbico o tonelada arrancada

UN PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE COSTOS SE APLICARÁ PARA:

- Corregir deficiencias en voladuras mal ejecutadas.
- Incrementar rendimientos y mejorar la fragmentación en las voladuras normales de producción.
- Reducir costos en operaciones colaterales: sostenimiento, transporte, conminución.

SIEMPRE HAY OPCION PARA REDUCIR LOS COSTOS DIRECTOS O INDIRECTOS DE LA VOLADURA, SIN NECESIDAD DE VARIAR EL TIPO O CALIDAD DE LOS INSUMOS EMPLEADOS.

10.2. FACTORES ECONOMICOS PARA LA PERVOL SUBTERRÁNEO

MEDIOS A EMPLEAR PARA REDUCCION DE COSTOS:

Eficiencia en los avances mediante la optimización de los arranques.

Incremento de fragmentación mejorando el confinamiento mediante acoplamiento y taqueo.

Incremento de fragmentación con una adecuada selección de explosivos y correcta distribución de la energía disponible.

Reducción de sostenimiento mediante el control de sobreexcavación y la aplicación de voladura controlada.

Control de fragmentación aprovechando las condiciones geoestructurales y geomecánicas de la roca.

Optimización de la perforación para la correcta distribución de la energía potencial del explosivo.

Optimización de la secuencia de salidas para la formación de caras libres.

10.2. FACTORES ECONOMICOS PARA LA PERFORACIÓN SUBTERRÁNEA

PRINCIPIOS PARA REDUCCIÓN DE COSTOS:

En principio es fundamental determinar el problema y enfocar su solución con alguna de las alternativas operacionales para reducción de costos, con los siguientes pasos:

Seleccionar y designar el personal para este trabajo.

Ubicar las labores críticas o con problemas específicos

Verificar las operaciones de perforación en la labores, viendo si coinciden el diseño estandarizado con el realizado por los perforistas.

Verificar la distribución de la carga explosiva y la secuencia de salidas.

Comprobar el taqueo.

Optimización de la perforación para la correcta distribución de la energía potencial del explosivo.

10.2. FACTORES ECONOMICOS PARA LA PERVOL SUBTERRÁNEO

Un Sistema de Costos es parte del Sistema de Gestión de una empresa, y tiene los siguientes objetivos:

- a) Saber si hay utilidades.- Debe permitir conocer que pasó, dónde, cuándo, cuánto y por qué pasó.
- b) Evaluación de Presupuestos.- Facilitar la corrección de los desvíos del pasado y preparar mejor el futuro.
- c) Control de Operaciones.- Ofrecer información para el control administrativo de las operaciones y actividades.
- d) Toma de decisiones.- Dar información sobre la cual se basa la administración para el planeamiento, y apoyo al proceso de la toma de decisiones, priorizando el mejoramiento del futuro

10.2. FACTORES ECONOMICOS PARA LA PERVOL SUBTERRÁNEO

APLICACIONES DE LOS COSTOS

- 1) Cálculo del precio.- adecuado de los productos y servicios, y su optimización.
- 2) Conocer qué bienes o servicios producen utilidades o pérdidas.
- 3) Comparar los costos reales con los presupuestados.
- 4) Permite comparar los costos entre diferentes períodos.
- 5) Permite comparar los costos entre sus diferentes departamentos o áreas.
- 6) Permite comparar los costos entre diferentes empresas.
- 7) Localiza los puntos débiles de una empresa.
- 8) Determina las áreas que requieren urgentes medidas de racionalización.
- 9) Controla el impacto de las medidas de racionalización realizadas.
- 10) Facilita diseñar e impulsar programas de expansión y/o optimización.
- 11) Facilita diseñar e impulsar nuevos productos y servicios.
- 12) Como criterio en las decisiones de inversión.
- 13) Facilita negociar con los clientes y proveedores.
- 14) Facilita estructurar eficientes procesos y servicios.
- 15) Se utiliza como instrumento de planificación y control.

10.2. FACTORES ECONOMICOS PARA LA PERVOL SUBTERRÁNEO



10.2. FACTORES ECONOMICOS PARA LA PERVOL SUBTERRÁNEO

ENFOQUE ACTUAL DEL COSTO DE PERFORACION ENFOQUE ACTUAL DEL COSTO DE PERFORACION Y VOLADURA

- Obtención de la fragmentación, según el requerimiento del proceso global (perforación, voladura, carguío, acarreo y chancado).
- Considerar la voladura como una etapa de la cadena de valor, debe definirse (o acordarse entre los diferentes clientes y proveedores del proceso) los requerimientos de los productos generados por ella, como también definir las productos generados por ella, como también definir las características de los “insumos”, especialmente información geotécnica, malla de perforación de acuerdo al diseño y condiciones de terreno.
- Primordialmente el objetivo es fragmentar la roca, pero no buscando, la tonelada o el m³ roto más barato”, sino “la tonelada o el m³ más económico del proceso global.

10.2. FACTORES ECONOMICOS PARA LA PERVOL SUBTERRÁNEO

ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN FACTOR ECONOMICO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA

- En operaciones mineras la unidad de medida para el costo es la tonelada, y en obras de construcción es el m³. • Los elementos del costo de perforación y voladura son:

1. MATERIALES DIRECTOS
2. MANO DE OBRA DIRECTA
3. COSTOS INDIRECTOS DE SERVICIOS
 - a. Materiales Indirectos
 - b. Mano de Obra Indirecta
 - c. Gastos Generales

El costo unitario directo (materiales y mano de obra) está en proporción directa con el nivel de producción, mientras que el costo unitario indirecto está en proporción inversa.

10.2. FACTORES ECONOMICOS PARA LA PERVOL SUBTERRÁNEO

RELACIÓN CONTRATISTA- CLIENTE

CONTRATISTA	CLIENTE
Independiente, se mueve	Dependiente estable
Es rápido, basado en incentivos	Basado en el valor de la empresa
Estable, sino hay cambios	Estable
Basado en la dinámica	Basado en el presupuesto
Decisiones bottom up	Decisiones top down
Tiende a equivocarse rápido	No se equivoca generalmente
Actúa	Pregunta
Integración horizontal	Integración vertical
Seguro	Seguro

10.2. FACTORES ECONOMICOS PARA LA PERVOL SUBTERRÁNEO

RELACIÓN CONTRATISTA- CLIENTE

¿QUE DEBE PROVEER EL CONTRATISTA?

- Flexibilidad
- Trabajar con control mínimo del cliente
- Cooperante
- Correr a veces con el riesgo
- Trabajar amigablemente
- Obtener rendimiento con seguridad

¿QUE DEBERIA PROVEER EL CLIENTE?

- Un control mínimo del día a día
- Apoyo técnico, según las regulaciones
- Apoyo administrativo, si es necesario
- Tener claro sobre el trabajo, pero no inmiscuirse.

10.3. CÁLCULO DE RENDIMIENTO PARA PERVOL SUBTERRÁNEA

La eficiencia de la perforación de taladros depende de los siguientes factores:

- Capacidad de penetración en las rocas por acción de la broca (factor principal), que está dado por: la presión axial, velocidad de rotación y la evacuación del detritus durante la perforación.
- Tipo y forma de la broca
- Método de acción en el fondo del taladro (percusión, rotación y roto percusión, etc).
- Esfuerzo y velocidad de acción con los que se actúan sobre el taladro.
- Diámetro del taladro.
- Profundidad de perforación.
- Velocidad de expulsión de detritus.
- Organización y escala de producción de la voladura.

Estos factores constituyen los parámetros tecnológicos de la perforación, y que se eligen sobre todo por la perforabilidad de las rocas.

Por otro lado, la perforabilidad de las rocas depende en gran medida de la forma que tienen las brocas, entre otros factores, hallándose de esta manera la capacidad de triturar la roca en el fondo del taladro.

$$R_{perf} = 0.007 \times (\sigma_c + \sigma_t) + 0.7\gamma$$

Dónde:

R_{perf} : Perforabilidad

σ_c : Resistencia límite de la roca a la compresión

σ_t : Resistencia límite de la roca al corte

γ : Peso específico de la roca

10.3. CÁLCULO DE RENDIMIENTO PARA PERVOL SUBTERRÁNEA

Las rocas por su perforabilidad se clasifican en 25 categorías y se sub dividen en cinco clases.

Cuadro 2 Clasificación de las rocas por su perforabilidad

DESCRIPCIÓN DE LA PERFORABILIDAD	CLASE	PERFORABILIDAD R_{perf}	CATEGORIA
Suave	I	$R_{perf} = 1.0 - 5.0$	1,2,3,4,5
Media	II	$R_{perf} = 5.1 - 10$	6,7,8,9,10
Difícil	III	$R_{perf} = 10.1 - 15$	11,12,13,14,15
Muy difícil	IV	$R_{perf} = 15.1 - 20$	16,17,18,19,20
Extremadamente difícil	V	$R_{perf} = 20.1 - 25$	21,22,23,24,25

Velocidad de Penetración para Jumbo

La velocidad de perforación está dada por la perforabilidad de las rocas, que es el indicador de la calidad de las rocas a la perforación. La perforabilidad de las rocas, es la capacidad de resistencia de las rocas a la penetración de la broca durante la perforación en una unidad de tiempo.

La velocidad de perforación depende de muchos factores externos como: características geológicas, propiedades físicas de las rocas, distribución de tensiones y estructuras internas de las rocas.

La velocidad de penetración se puede determinarse también por la fórmula de R. Praillet

$$V_p = \frac{63.9 * Pa * V_r}{\sigma_c * D_t}$$

Dónde:

Pa: presión de avance(Bar)

Vt: Velocidad de rotación (rpm)

σ_c : Resistencia de compresión a la roca, Mpa.

Dt: Diámetro de taladro, mm.

10.3. CÁLCULO DE RENDIMIENTO PARA PERVOL SUBTERRÁNEA

ESTUDIO DE TIEMPOS Y RENDIMIENTOS DE EQUIPOS MECANIZADOS EN AVANCE

CICLO DE JUMBO WX 07		
Item	Ciclo de Jumbo por frente	Valor Unidades
1	Instalaciones de agua, energía y posicionamiento	4.00 min
2	Pintado direccion y gradiente	3.00 min
3	Pintado de malla de perforacion	3.00 min
4	Tiempo Perf. Taladros Produccion de 12 pies	2.00 min
5	Tiempo Perf. Taladros Alivio de 12 pies	4.00 min
6	Tiempo de cambio de Broca	2.00 min
7	Posicionamiento de brazo	1.00 min
8	Instalado y desinstalado de Rimadora	3.00 min
9	Desinstalación de agua, energía y recojo de gatas	5.00 min
10	#Tal. produccion perforados/frente	45.00 Und.
11	#Tal. Alivio perforados/frente	4.00 Und.
12	# Cambio de brocas/frente	4.00 Und.
	Tiempo de perforación por frente	3.02 Horas

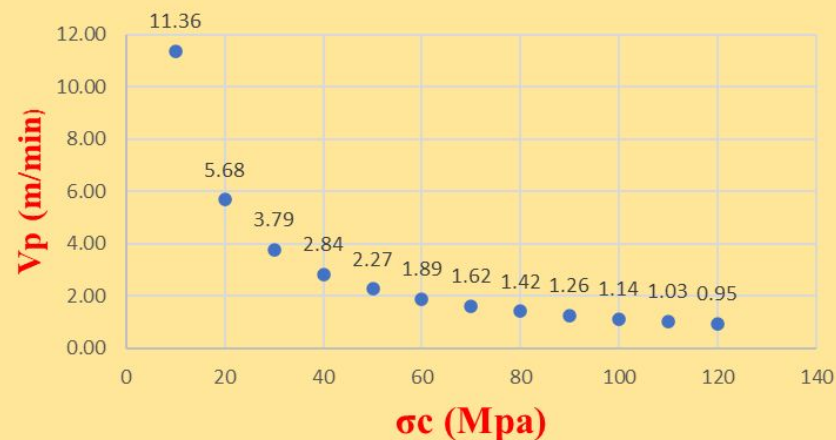
DEMORAS OPERATIVAS JUMBO VR II		
Descripción	Valor	Unidades
Despacho de Guardia	34.00	min
Traslado de personal al inicio de Guardia	20.00	min
Realización de Check List e IPERC	9.00	min
Inspección de Labores	20.00	min
Instalación de la Bomba	10.00	min
Salida hora de almuerzo	60.00	min
Llenado de Combustible y Engrase del equipo.	9.00	min
Lavado del equipo	10.00	min
En espera de la labor	59.00	min
Tiempo de traslado de Labor a Labor	60.00	min
Salida fin de Guardia (por disparo)	20.00	min
Llenado de Reportes	17.00	min
Total	5.47	Hrs/gdia

RENDIMIENTO DE VR II (JOY)- PERFORADORA MONTABERT HC-50		
Item	Descripción de parámetros de perforacion	Valor Unidad
1	Resistencia Compresiva de la roca (σ_c)	70 Mpa
4	Presión de avance	4 Bares
3	Velocidad de rotación	20 rpm
	Diámetro del taladro (ϕ_{tal})	45 mm
	Velocidad de penetración (V_p)	1.62 m/min
	Rendimiento técnico de perforación Mensual	30548.66 m/mes
	Longitud de efectiva de perforación	3.07 m
	Rendimiento lineal de Avance de Jumbo	202.92 ml/mes

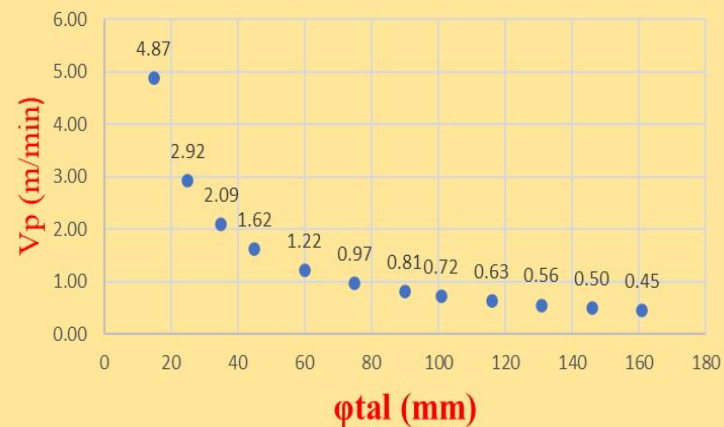
JUMBO VR II (JOY)



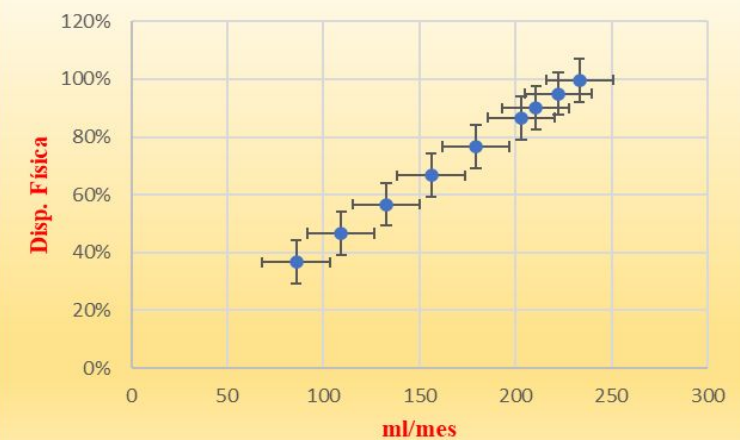
VP JUMBO VR II vs σ_c DE ROCA



VP JUMBO VR II vs $\phi_{TALADRO}$



Rendimiento Jumbo VR II



10.3. CÁLCULO DE RENDIMIENTO PARA PERVOL SUBTERRÁNEA

Velocidad de Penetración para Jakleg

La velocidad de penetración de las diferentes perforadoras es un dato que debe investigarse directamente en el campo de trabajo por simple comparación del equipo en minas ya existentes. Ninguna información dada por tablas es completamente válida.

Todas las perforadoras rotativas usan circulación de aire, el volumen de aire requerido para una perforadora puede ser determinado por la siguiente formula.

$$Q_c = \frac{\pi(D^2 - d^2) v}{4 \times 144}$$

$$Q_c = 0.0054 (D^2 - d^2) v$$

Donde:

Q_c = volumen de aire requerido CFM

v = velocidad angular pies/min.

D = diámetro del taladro

d = diámetro exterior del taladro.

La mínima velocidad angular para todo tipo de roca es de 5 000 pies/min., en rocas muy densas estas velocidades deben incrementarse.

$$V_p = \frac{511.2 * Q_c}{\sigma_c * D_t}$$

Donde:

Q_c = volumen de aire requerido (kg/cm²)

σ_c = Resistencia Compresiva de la roca

D_t = diámetro del taladro

10.3. CÁLCULO DE RENDIMIENTO PARA PERVOL SUBTERRÁNEA

ESTUDIO DE TIEMPOS Y RENDIMIENTOS DE EQUIPOS CONVENCIONALES EN AVANCE

CICLO PERFORACIÓN JACKLEG SECCIÓN 2.7m x 2.70m		
Item	Ciclo de Jackleg por frente	Valor Unidades
1	Instalación de plataforma de perforación	5.00 min
2	Instalaciones de agua, aire y posicionamiento	3.00 min
3	Pintado direccion y gradiente	3.00 min
4	Pintado de malla de perforacion	3.00 min
5	Desinstalación de plataforma de perforación	5.00 min
6	Desinstalación de agua, aire y recojo de mangueras	3.00 min
7	Tiempo Perf. Taladros Producción de 4 pies	1.70 min
8	Tiempo de cambio de Barreno	1.00 min
9	Tiempo Perf. Taladro pasador de 5 pies	1.30 min
10	Tiempo Perf. Taladros Alivio	3.00 min
11	Posicionamiento de Máquina/tal	1.00 min
12	#Tal. producción perforados/frente	54.00 Und.
13	#Tal. Alivio perforados/frente	3.00 Und.
14	# Cambio de Barrenos	6.00 Und.
Tiempo de perforación por frente		5.22 Horas

CICLO PERFORACIÓN JACKLEG SECCIÓN 1.2m x 1.8m		
Item	Ciclo de Jackleg por frente	Valor Unidades
1	Instalación de plataforma de perforación	0.00 min
2	Instalaciones de agua, aire y posicionamiento	1.50 min
3	Pintado direccion y gradiente	1.30 min
4	Pintado de malla de perforacion	2.00 min
5	Desinstalación de plataforma de perforación	0.00 min
6	Desinstalación de agua, aire y recojo de mangueras	3.00 min
7	Tiempo Perf. Taladros Producción de 4 pies	1.70 min
8	Tiempo de cambio de Barreno	1.00 min
9	Tiempo Perf. Taladro pasador de 5 pies	1.30 min
10	Tiempo Perf. Taladros Alivio	0.00 min
11	Posicionamiento de Máquina/tal	1.00 min
12	#Tal. producción perforados/frente	25.00 Und.
13	#Tal. Alivio perforados/frente	0.00 Und.
14	# Cambio de Barrenos	1.00 Und.
Tiempo de perforación por frente		2.23 Horas

CICLO SOSTENIMIENTO PERNO HELICOIDAL -MALLA HELECTROSOLDADA 4x4 CON JACKLEG SECCIÓN 3.5m x 3.5m		
Item	Ciclo de Jackleg por frente	Valor Unidades
1	Instalación de plataforma de perforación	3.00 min
2	Instalaciones de agua, aire y posicionamiento	3.00 min
3	Presentado de malla helectrosoldada de 4x4	10.00 min
4	Desatado de rocas	0.00 min
5	Desinstalación de plataforma de perforación	3.00 min
6	Desinstalación de agua, aire y recojo de mangueras	3.00 min
7	Tiempo Perf. Taladros sostenimiento 4 pies/tal	1.70 min
8	Posicionamiento de Máquina/tal	2.00 min
9	Tiempo de cambio de Barreno/tal	3.00 min
10	Tiempo de perforación pasador 8 pies/tal	1.50 min
11	Tiempo de inyección de resina y cemento/tal	0.50 min
12	Tiempo de inyección de perno helicoidal/tal	1.00 min
13	Tiempo de Ajuste de tuerca/tal	0.50 min
14	#Tal. Perforados de sostenimiento	17.00 Und.
Tiempo de perforación por frente		3.26 Horas

DEMORAS OPERATIVAS JACK LEG RN-250X	
Descripción	Tiempo Unidades
Despacho de Guardia	34.00 min
Desatado de rocas	10.00 min
Traslado de personal al inicio de Guardia	20.00 min
Realización de Check List e IPERC	10.00 min
Inspección de Labores	7.00 min
Salida hora de almuerzo	20.00 min
Traslado de personal a media Guardia	18.00 min
En espera equipo de limpieza	27.20 min
Salida fin de Guardia (por disparo)	20.00 min
Llenado de Reportes	17.00 min
Total	3.05 Horas



STOPER

RENDIMIENTO DE STOPER	
Rendimiento práctico de Jack Leg-Ciclo	16.65 m/hora
Rendimiento práctico Penetración de Jack Leg	43.031 m/hora



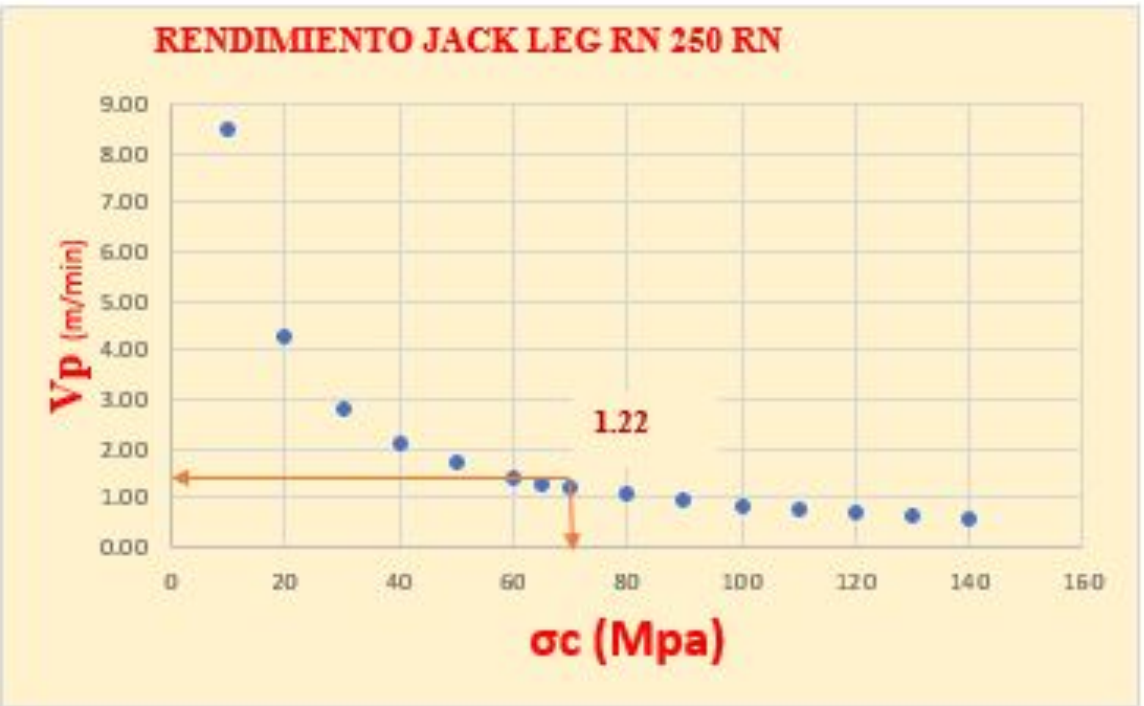
FUEGO DE BARREROS

RENDIMIENTO DE JACK LEG RN-250X		
Item	Descripción de parámetros	Valor Unidad
1	Diámetro de cabeza de émbolo	7.938 cm
2	Diámetro del cuello de émbolo	4.5 cm
3	Diámetro de cuello barra estriada	2.3 cm
4	Ancho de cabeza de émbolo	2 cm
5	Presión de aire	6.33 kg/cm2
6	Peso de émbolo	2 kg
7	Longitud de carrera de Pistón	7.303 cm
8	Gravedad	9.81 m/seg2
9	Aceleración del émbolo en viaje de trabajo	1516.20 m/seg2
10	Aceleración del émbolo en viaje de regreso	1458.57 m/seg2
11	Tiempo del émbolo en viaje de trabajo	0.0059 seg
12	Tiempo del émbolo en viaje de regreso	0.0060 seg
13	Diámetro de barreno	38.00 mm
14	Horas efectivas de trabajo del Jack Leg	5.22 Horas/Gdia
15	Horas cronológicas de trabajo por turno	10.5 Horas/Gdia
#Golpes por minuto		5023.55 golpes/min
Trabajo efectuado de la máquina		20.96 kg
Consumo de caudal de aire de la máquina		3.17 m3/min
Velocidad de penetración		1.22 m/min
Rendimiento Teórico de Jack Leg/ Hora		72.99 m/hora
Rendimiento Teórico de Jack Leg/ guardia		6831.88 m/mes
Rendimiento Lineal de Avance de Jack Leg		79.90 m/mes



JACK LEG

10.3. CÁLCULO DE RENDIMIENTO PARA PERVOL SUBTERRÁNEA



10.4. EV. VELOCIDAD DE PENETRACIÓN, UBICACIÓN Y COSTOS TOTALES

Una clasificación de los sistemas de penetración a una roca. Puede llevarse a cabo tomando en cuenta varios factores.

- Tamaño del taladro.
- Tipo de perforadora.
- Tipo de energía usada para perforar.

Los sistemas de penetración a una roca, tomando como base el modo de ataque a esta ; o el modo de aplicar la energía se clasifican de la siguiente manera.

MECANICOS:

- Percusión.
- Rotación
- Roto - Percusión.

a).- ATAQUE MECANICO:

La aplicación de la energía mecánica a una roca se lleva a cabo básicamente de dos maneras.

Por una acción percusiva o por una acción rotativa, por otro lado combinando estas dos acciones da lugar a un sistema - híbrido llamado perforación roto - percusiva.

B).- MECANISMO DE PENETRACIÓN:

Como bien se sabe solamente existen dos maneras de básicas de atacar mecánicamente a una roca, y estas son:

- por percusión.
- Por rotación.

C).- ROTACIÓN:

Esta operación se logra mediante motores rotativos que cuenta la perforadora, al incrementarse los RPM se incrementa la velocidad de penetración.

TIPO DE ROCA	VELOCIDAD
rocas duras	60 - 90 RPM
rocas muy suaves	> 90 RPM

C.1 : Todas las perforadoras rotativas usan circulación de aire, el volumen de aire requerido para una perforadora puede ser determinado por la siguiente formula.

$$Q_c = \pi(D^2 - d^2) v / 4 \times 144$$

C).- ROTACIÓN:

$$Q_c = 0.0054 (D^2 - d^2) v$$

Q_c = volumen de aire requerido CFM

v = velocidad angular pies/min.

D = diámetro del taladro

d = diámetro exterior del taladro.

La mínima velocidad angular para todo tipo de roca es de 5 000 pies/min., en rocas muy densas estas velocidades deben incrementarse.

C.2 : Con la finalidad de relacionar la performance de las perforadoras rotativas se hicieron estudios de campo, obteniéndose una formula de velocidad de penetración:

$$Pr = (61 - 28 \log_{10} Sc) w / F \cdot \text{RPM} / 300$$

Pr = velocidad de penetración

Sc = esfuerzo de compresión uniaxial psi.

w = peso de la maquina

F = diámetro de la barra en pulgadas.

RPM = revoluciones por minuto del barreno.

C).- ROTACIÓN:



C.3 : En la selección del tamaño de la perforadora rotativa se toma en cuenta las siguientes variables:

- Profundidad del taladro.
- Índice de perforabilidad de la roca.
- Burden
- Espaciamiento.
- Inclinação y diámetro de los taladros a ser perforados.

d).- PERFORADORA A PERCUSIÓN:

En la actualidad hay dos tipos de perforadoras a percusión:

- PERFORADORA A PISTON: Ya no son muy usadas en la actualidad.
- PERFORADORA TIPO MARTILLO: Son las mas usadas perforadoras de Martillo o Hammer Drill: en esta perforadora el pistón o martillo oscila en un cilindro y golpea al barreno el cual logra penetrar dentro de la roca.

Hay dos principios básicos de operación en la acción de perforacion mediante un martillo:

- a.- El principio que hace que el pistón oscile en le cilindro.
- b.- El principio que hace que el barreno y la broca roten.

d).- PERFORADORA A PERCUSIÓN:

Las perforadoras a percusión tipo martillo que se usan en la actualidad son rotados automáticamente.

- JACK HAMMER
- DRIFTER

Todas son usadas en minería subterránea y pueden ser usadas para perforar con Agua o sin ella.

EL AIRE: Comprimido es prácticamente la fuente de energía universal usada por todas las perforadoras a percusión.

PERFORACION:

- Debe ser lo mas precisa, es decir debe cumplir la geometría de diseño, es decir la distancia de los Burden y de los espaciamientos.
- Cualquier desviación en la perforación significa un mal rendimiento en la voladura.

d).- PERFORADORA A PERCUSIÓN:

El control sobre la angulación y paralelismo de las barras de perforación debe ser muy minucioso.



PERFORACIÓN SECUNDARIA

- Se origina estos tipos de perforación cuando después de la voladura por mala fragmentación debido a deficiencias en los disparos, también se origina por efectos de fisuras naturales de la roca, estos tipos de perforación es peligrosa y cara, suele traer retrasos en el trabajo. Se debe proyectar la perforación y la voladura considerando todos los aspectos que ayuden a prevenir o limitarla, observando las condiciones del terreno.

- La eliminación de estos bancos es mediante perforaciones cortas de 2 a 4 pies llamados “**Cachorros**”, para depositar el explosivo, de otro modo se elimina colocando explosivos en la superficie de falla, llamado “**Plasta**” esto dependerá del tamaño del banco.

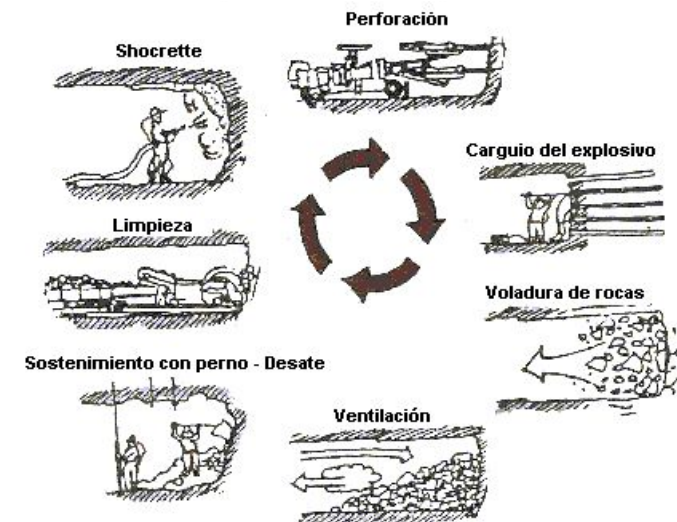


INFLUENCIA DE LA PERFORACIÓN EN EL CICLO DE MINADO

•Son las operaciones que se realiza, durante un período de tiempo, que dicho sea de paso deben estar bien llevadas de lo contrario sé de cicla el intervalo de actividades de las que comprende el ciclo. La perforación juega un papel importante en la continuidad del ciclo



El tiempo para el minero, es el factor más valioso que el oro que saca. De lo contrario su futuro la ve negra, como los mineros que trabajan en una mina de carbón



El diseño de voladura, el tipo de explosivo utilizado y la carga de los barrenos son aspectos muy importantes que afectan al resultado de la excavación producida. Una pequeña desviación al realizar los barrenos puede suponer un mal reparto del explosivo y así generar zonas localizadas con una excavación que no es la diseñada inicialmente.

SECTION	59.18m ²	TUNNEL	090
Contour holes	27	Bottom heading holes	23
2nd Contour	13	Top heading holes	28
Cut holes	13	Lifter holes	12
Total holes 116+4			

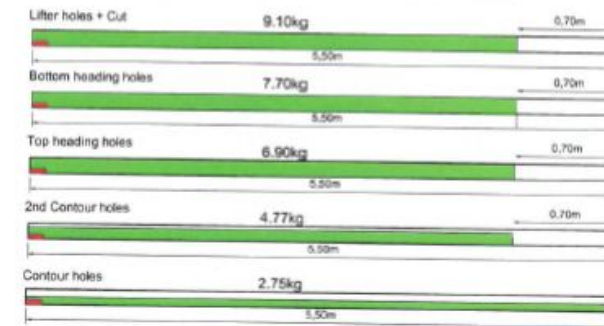


Figura 2. Ejemplo plan de carga

10.5. CÁLCULO DE FACTORES CLAVES EB LA EFICIENCIA DE LA VOLADURA

10.5. CÁLCULO DE FACTORES CLAVES EN LA EFICIENCIA DE LA VOLADURA

1. INDICE DE CALIDAD DEL CONTORNO DE LA EXCAVACIÓN

$$TCI_{avance} = \frac{C_r}{W_1 C_1 O_{v,avance} + W_2 C_2 RCL_{avance}}$$

Donde:

C_r : Constante de ajuste para cada tipo de túnel

W_1 : Importancia de limpieza adicional

C_1 : Factor de corrección por sobre-excavación

O_v : Media de las distancias de sobre-excavación en todos los avances, expresada en centímetros

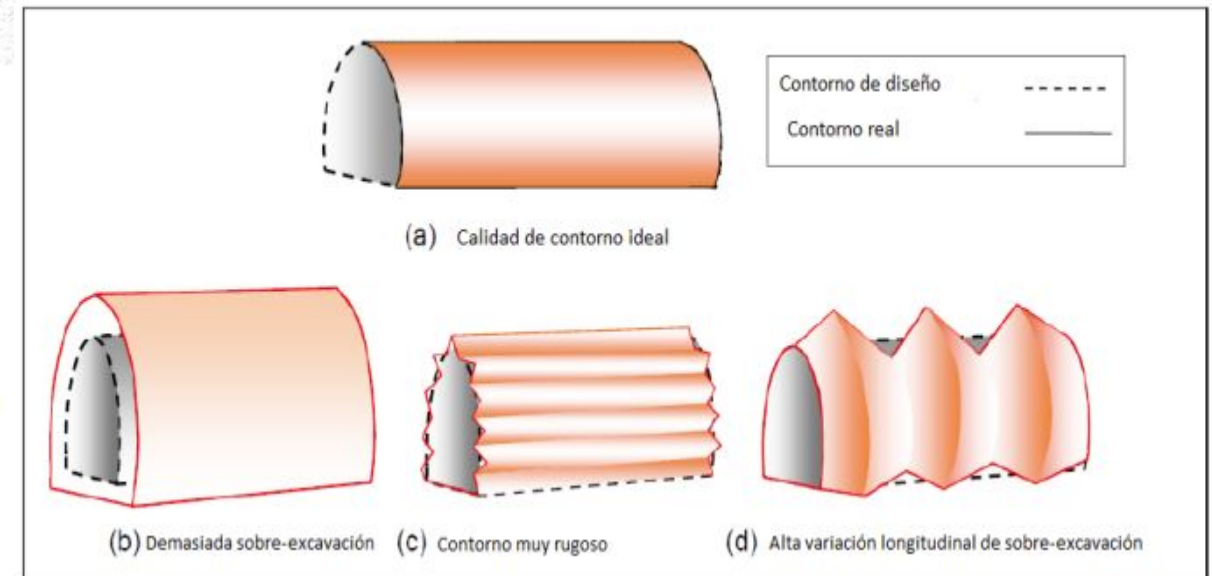
W_2 : Importancia del hormigón proyectado adicional

C_2 : Factor de corrección por la longitud del contorno

RCL : Media de los ratios de contorno de todos los avances (relación entre la longitud del contorno de diseño y el excavado)

W_3 : Importancia de la variación longitudinal

V_0 : Variación de la sobre-excavación longitudinal en cada avance.

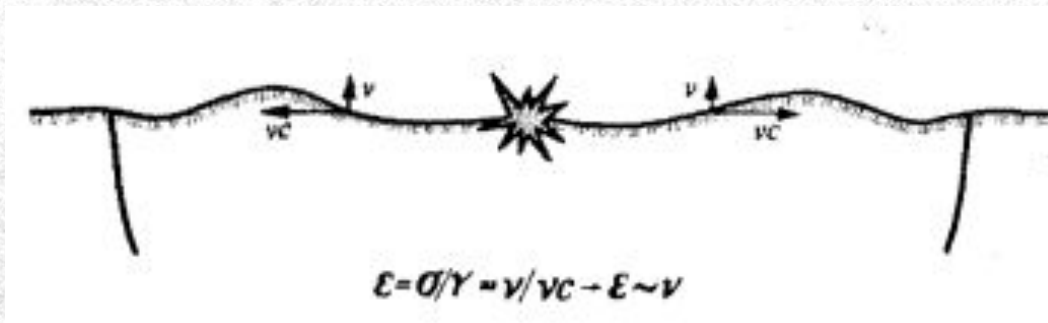


10.5. CÁLCULO DE FACTORES CLAVES EN LA EFICIENCIA DE LA VOLADURA

2. DENSIDAD DE CARGA LINEAL

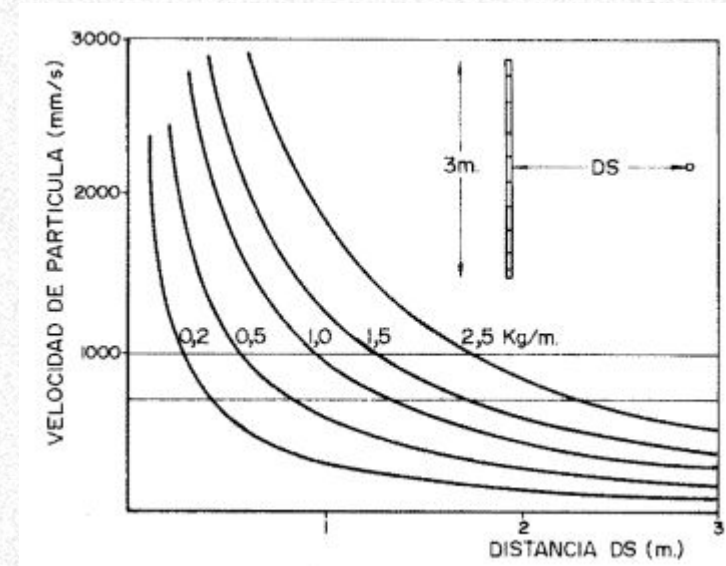
La determinación de la densidad lineal de carga de explosivo debe realizarse teniendo en cuenta las siguientes premisas:

- Producir una presión de barreno inferior a la resistencia dinámica a la compresión de la roca.
- Controlar el nivel de vibración generado en la voladura que induce unas tensiones en la roca susceptibles de producir roturas.



Los daños aparecerán para un nivel crítico de velocidad de partícula. Para rocas competentes como, por ejemplo, los granitos, si no se dispone de la ley de propagación, puede emplearse la siguiente ecuación:

$$v \text{ (mm/seg)} = 700 Q(\text{kg})^{0.7} \times DS \text{ (m)}^{-1.5}$$

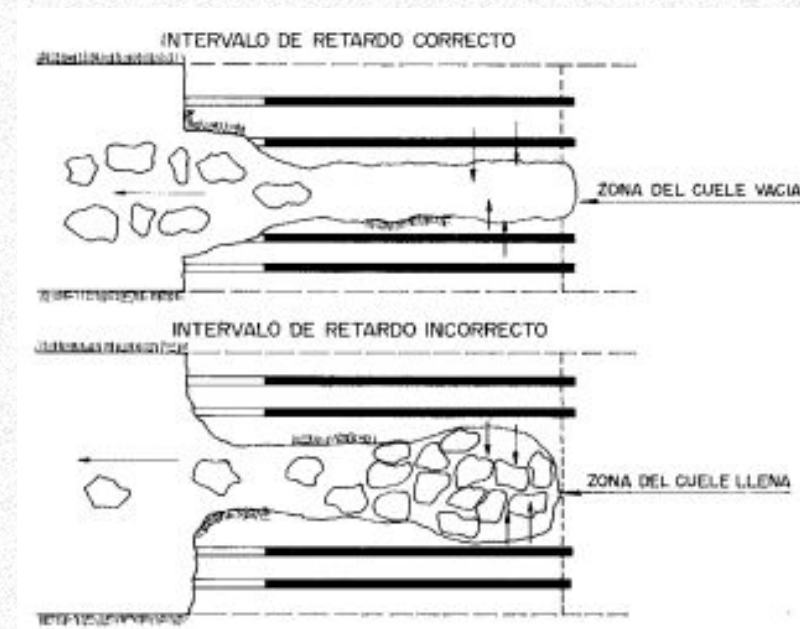
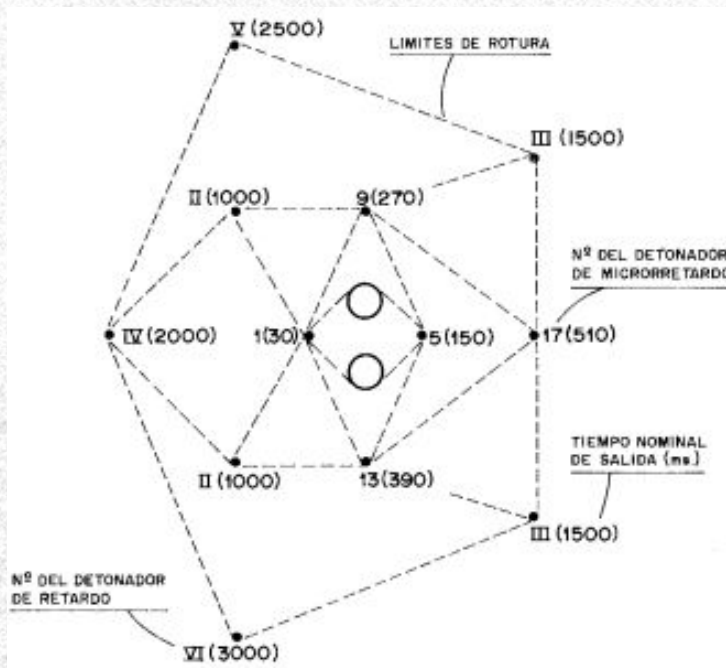


10.5. CÁLCULO DE FACTORES CLAVES EB LA EFICIENCIA DE LA VOLADURA

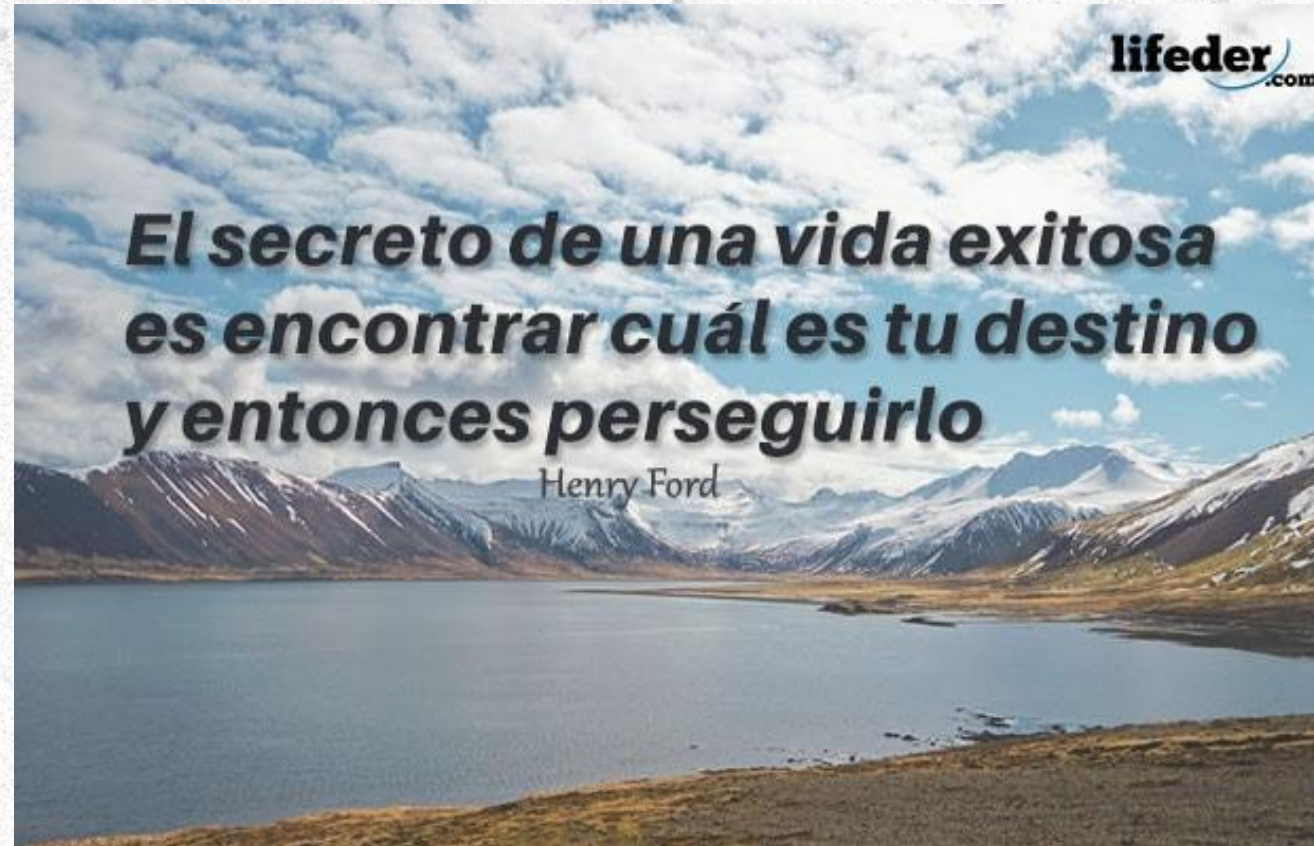
3. SECUENCIAMIENTO

Cuando se utilizan cueles de taladros paralelos, las primeras cargas detonadas son las que se encuentran más próximas a los barrenos vacíos o de expansión. El valor de la piedra aumenta a medida que progresa la secuencia de encendido.

Por consiguiente, el tiempo de retardo entre barrenos consecutivos debe exceder de 100 ms si se quiere evitar la sinterización y apelmazamiento de la roca en la zona del arranque y hacer que cada carga disponga después de un frente libre efectivo.



10/01/2024



GRACIAS PREGUNTAS.??



INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

