

**Universidad Nacional de Huancavelica**

(Creada por ley N° 25265)



**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS - CIVIL**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

**TESIS**

**DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN EL  
BY PASS 976 - E, APLICANDO EL MODELO MATEMÁTICO:  
"ÁREAS DE INFLUENCIA". EN LA UNIDAD MINERA SAN  
GENARO - CASTROVIRREYNA COMPAÑÍA MINERA S.A. 2012**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. CCONISLLA HUAMANI, EDWIN**

**Bach. VILLAGOMEZ ARENAS, WESLI JB**

**ASESOR:**

**Msc. GUZMAN IBAÑEZ, Cesar salvador**

**HUANCAVELICA - PERU**

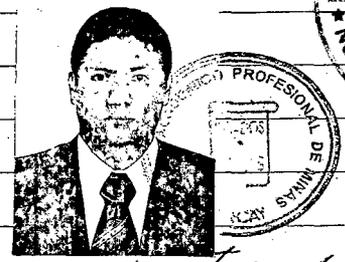
**2012**

99  
 SECRETARIA GENERAL  
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABAMBILLA  
 NOTARIA DE HUANCABAMBILLA

Acta de Sustentación de Tesis de los Bachilleres:

Cecilia Huarcas, Edwin

Villogomez Arenas Westi J.B



En la ciudad de Arequipa, en el paraje del campus universitario de la Facultad de Ingeniería de Minas Civil de la Universidad Nacional de Huancabamba del día 12 de diciembre del 2012 y siendo horas 4:40 p.m. reunidos los Miembros de Jurado calificadoras encabezada por el Dr. Felisiciano Ramirez Paredes (Presidente), Ing. Jorge W. Rodriguez Dera (Secretario) MSc. Luz Marina Advarte Luna (Vocal), El presidente del jurado despues de la lectura de la Resolución de Consejo de Facultad N° 029-2012-FAMC-R-UMH, se les da a los sustentantes 25 minutos para la sustentación de dicha tesis titulada "DISEÑO DE MALLAS DE PERFORACION Y VELADURA EN EL BY PASS 976-E, APLICANDO EL MODELO MATEMATICO "AREAS DE INFLUENCIA EN LA UNIDAD MINERA SAN GENARO - CASTROVIRREYNA COMPAÑIA MINERA S.A. 2012" por los Bachilleres: Villogomez Arenas Westi J.B y Cecilia Huarcas Edwin, una vez concluida la sustentación se pasa a la ronda de preguntas por parte de los Miembros de Jurado, los sustentantes respondieron y resolvieron las preguntas del jurado. Seguidamente el presidente del jurado, invita a los sustentantes y al publico en general a abandonar las instalaciones del paraje a fin de que el jurado calificadoras pueda deliberar en privado.

Una vez culminado lo indicado anteriormente el presidente del jurado comunica: retiran a la sala a los sustentantes y publica en general, en donde el jurado calificadas da como resultado APROBADO POR UNANIMIDAD. de esta manera se da por culminado dicho sustentación, siendo las 6:25 pm. del mismo día en señal de comparencia, los jurados firman al pie del presente.

*Felisiciano Ramirez Paredes*  
 MSc. Felisiciano Ramirez Paredes  
 PRESIDENTE.

*Jorge W. Rodriguez Dera*  
 Ing. Jorge W. Rodriguez Dera  
 SECRETARIO

*Luz Marina Advarte Luna*  
 MSc. Luz Marina Advarte Luna  
 VOCAL



**CERTIFICO:** Que la presente copia fotostática es una reproducción exacta de su original con el cual confronte. La presente no prejuzga la legalidad del original presentado por quien manifiesta ser.

Huancavelica Lircay **05 JUN. 2013**



*[Handwritten signature]*  
Dra. **BLANCA VEGA MORALES**  
**ABOGADA**  
**NOTARIA DE HUANCVELICA LIRCAY**



**V**  
NOTARIA  
**B** **V**  
ANDARRES - LIRCAY  
**M**  
**BLANCA VEGA MORALES**  
NOTARIA-ABOGADA



## DEDICATORIA

*"Ante todo al todo poderoso quien me dio la vida y salud, a mis padres: Victoriano, Felipa y al amor de mi vida Ana María, quienes siempre confiaron en mí y me dieron su apoyo incondicional en mi formación personal, educativa y profesional."*

**Edwin.**

*A mis padres Eleodoro y Simiona, quienes siempre confiaron en mí y me apoyaron en mi formación educativa y profesional."*

**Wesli.**

59

## AGRADECIMIENTO

A dios, por habernos concedido la vida y salud necesarias, de esta manera vencimos dificultades asumiendo responsabilidades y profesionalismo, pero si llegase el final de nuestra existencia pues nuestras acciones sean dignas de conmemorarse.

A nuestros compañeros desde el momento que nos conocimos supieron brindarnos una sincera amistad, de esa manera nos inculcamos mas al dinamismo y formación profesional, porque conocerlos significó también competencia sana y fue magnífico conocerlos.

Al personal directivo, jerárquico, administrativo y docente de la Facultad de Ingeniería Civil – Minas de la Universidad Nacional de Huancavelica.

De igual manera al Gerente de operaciones de la Compañía minera Castrovirreyna S.A. como también al gerente de operaciones de la contrata PROSSAC. Alejandro Taipe Rosales, por brindar la oportunidad de formar profesionalmente al Bachiller Cconislla Huamani, Edwin y Villagomez Arenas Wesli Jb, para finalmente hacer posible la ejecución de este proyecto.

34

## INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE TABLA	
INTRODUCCIÓN	
RESUMEN	
<b>CAPITULO I PROBLEMA</b>	<b>11</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
1.2.1. Problema General	12
1.2.2. Problemas específicos	13
1.3. OBJETIVO: GENERAL Y ESPECÍFICOS	13
1.3.1. Objetivo General	13
1.3.2. Objetivo Específico	14
1.4. JUSTIFICACIÓN	14
<b>CAPITULO II MARCO TEÓRICO</b>	<b>16</b>
2.1. ANTECEDENTES	16
2.2. BASES TEÓRICAS	16
2.2.1. Diseño de malla de perforación	16
2.2.2. Voladura controlada	16
2.2.3. Nueva teoría para calcular el burden	17
2.2.4. Reformulación del modelo matemático	18
2.2.5. Determinación de las variables independientes	21
2.2.5.1. Diámetro del taladro "Ø"	21
2.2.5.2. Presión de detonación del explosivo "PoD"	22
2.2.5.3. Factor de Carguío "Fc"	23
2.2.5.4. Acoplamiento del Explosivo "Ae"	23

2.2.5.5.	Longitud de carga explosiva "Lc"	24
2.2.5.6.	Longitud del taladro "L <sub>tal</sub> "	25
2.2.5.7.	Presión de detonación del taladro "P <sub>oD<sub>tal</sub></sub> "	25
2.2.5.8.	Determinación del taco mínimo "T <sub>min</sub> "	28
2.2.5.9.	índice de calidad de la roca "RQD"	29
2.2.5.10.	Resistencia a la compresión simple de la roca " $\sigma$ "	31
2.2.5.11.	Factor de seguridad "Fs"	32
2.2.5.12.	Desviación de la perforación con barra	33
2.3.	HIPOTESIS	35
2.4.	DEFINICIÓN DE TERMINOS	35
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	37
2.5.1.	Variable Independiente	37
2.5.2.	Variable Dependiente	37
2.6.	DEFINICIÓN DE VARIABLES E INDICADORES	37
	<b>CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>38</b>
3.1.	ÁMBITO DE ESTUDIO	38
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	38
3.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	38
3.4.	METODO DE INVESTIGACIÓN	38
3.5.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	38
3.6.	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	39
3.6.1.	Población	39
3.6.2.	Muestra	39
3.7.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	39
3.7.1	Técnicas	39
3.7.2	Los instrumentos	40
3.7.3	Procedimientos de recolección de datos	40
3.8.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	41
	<b>VAPITULO IV EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>42</b>
4.1.	Diseño de malla de perforación y voladura controlada en el BY PASS 976 – E	42

52

4.1.1.	Aplicación del modelo matemático en el BY PASS 976 – E	42
<b>CAPITULO V ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.</b>		<b>47</b>
5.1.	POTENCIAL HUMANO	47
5.2.	RECURSOS NATURALES	47
5.3.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	48
5.4.	PRESUPUESTO	48
5.5.	FINANCIAMIENTO	50
CONCLUSIONES		
RECOMENDACIONES		
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		
ANEXOS		

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. N° 1 Área de influencia de un taladro después de la voladura	17
Fig. N° 2 Representación grafica del área de influencia de un taladro	18
Fig. N° 3 Diagrama de cuerpo libre "D.C.L." del corte A – A'	19
Fig. N° 4 Área de influencia del taladro con relación al burden y espaciamiento	21
Fig. N° 5 Variedades de diámetros de brocas de perforación	22
Fig. N° 6 Taladro cargado, longitud de taladro "Ltal"	23
Fig. N° 7 Taladro cargado para voladura controlada	24
Fig. N° 8 Diseño de malla de perforación de una voladura controlada	27
Fig. N° 9 Representación gráfica de un taladro con carga de fondo y columna	30
Fig. N° 10 diagrama de cuerpo libre para determinación del taco	31
Fig. N° 11 Análisis de la roca de CX, Bp, Rp. (ROCK LAB)	33
Fig. N° 12 Evaluación de cuñas	33
Fig. N° 13 Desviación de la perforación con barra	33
Fig. N° 14 Diseño de malla de perforación sin voladura de controlada	41
Fig. N° 15 Diseño de malla de la voladura controlada en el by pass 976 – E	43
Fig. N° 16 Esquema de pintado de la gradiente y punto de dirección	45

90

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Unidades de medida del taladro con relación al burden y espaciamiento	21
Tabla N° 2 Índice de calidad de roca "RQD"	31
Tabla N° 3 Evaluación ge mecánica según GSI	32
Tabla N° 4 Cuadro de resistencia de rocas	34
Tabla N° 5 Cuadro de desviación de perforación con barra	35
Tabla N° 6 Resultado de Cálculo de $Desv_{barra}$	35
Tabla N° 7 Toma de muestras	42
Tabla N° 8 Calculo del burden nominal del frente	45
Tabla N° 9 Datos comparativos de los avances por disparo	48
Tabla N° 10 Coeficiente de correlación de Pirson	49

## INTRODUCCIÓN

Según la malla de perforación que se tiene se toma la decisión de investigar el área de influencia de un taladro que se genera en la voladura.

Por la cual eso fue el objeto para realizar el diseño de malla de perforación y voladura controlada, utilizando la nueva teoría para calcular el burden.

También en la investigación se aplica el modelo matemático de áreas de influencia, para conocer el diseño que se ejecuta en el terreno demostrando el resultado en la práctica, con la condición de obtener un avance lineal de 95%, controlando la sobre rotura, fragmentación adecuada y superficie lisa del corte de labor.

El enunciado del problema Como influye el diseño de mallas de perforación en la voladura controlada en frentes.

El objetivo general es, determinar cómo influye el diseño de mallas de perforación y voladura controlada subterránea aplicando un modelo matemático de áreas de influencia. Teniendo los objetivos específicos como: calcular el diseño de malla de perforación y voladura controlada, conocer los resultados de la aplicación: avance eficiente, sobre rotura y superficies lisas de las labores, lograr la malla de perforación adecuada para mejorar la voladura controlada y estabilidad del corte en las labores.

La hipótesis de la investigación fue si el diseño de mallas de perforación influye significativamente en la voladura controlada, con las variables obtenidas del campo se evalúa si el diseño es ideal.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado diseño de mallas de perforación y voladura controlada aplicando un modelo matemático, es realizado para ejecutar diseños óptimos sin la necesidad de realizar muchas pruebas de campo, y en donde el planteamiento del problema es;

¿Diseñar mallas de perforación y voladura controlada, aplicando un modelo matemático de áreas de influencia?, En el Diseño de malla realizado, se logra el avance con un 95%.

Donde el objetivo general es Como influye el diseño de mallas de perforación en la voladura controlada en frentes, puede ser diseñado por el modelo matemático de áreas de influencia.

Este trabajo de investigación demuestra que el diseño de malla de perforación y voladura controlada es aplicado por un modelo matemático de áreas de influencia usando una nueva teoría para calcular el burden. Por consiguiente para el diseño se utilizo los parámetros de perforación (diámetro del taladro, diámetro de alivio, longitud de taladro, longitud de carga, taco, desviación de perforación). En parámetro de explosivo (densidad, velocidad, presión de detonación, y dimensiones del explosivo) y en parámetro de roca (resistencia de la roca o minera y RQD). Que se usaron para calcular el burden y espaciamiento en el diseño de mallas, estos datos son obtenidos in situ de la mina, para la perforación con equipo Jumbo.

## SUMMARY

This research work called mesh design of drilling and blasting controlled by applying a mathematical model, is made to run optimum designs without the need to perform many field tests, and where the approach of the problem is;

How do Design meshes of drilling and blasting controlled by applying a mathematical model for areas of influence', the design made of mesh, is achieved move forward with an 95 % Where the general objective is how it influences the design of meshes of drilling in the blasting controlled in fronts, can be designed by the mathematical model of areas of influence.

This research work shows that the design of mesh of drilling and blasting controlled is applied by a mathematical model of buffers using a new theory to calculate the burden. Accordingly, to the design parameters was used for drilling (diameter of the drill diameter relief, length of drill, load length, taco, diversion of drilling). In parameter of explosive, (density, velocity, pressure of detonation, and dimensions of the explosive) and parameter in rock (resistance of the rock or mineral and RQD). They were used to calculate the burden and spacing on the mesh design, these data are obtained in situ of the mine, for the Jumbo drilling equipment.

# CAPITULO I

## PROBLEMA

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la actualidad no hubo un método práctico para diseñar una malla de perforación y voladura controlada en frentes.

Hay solamente teorías o métodos con modelos matemáticos que enseñan a diseñar mallas de perforación en voladura subterránea y que tienen limitaciones para su aplicación a causa de esto se hará la investigación práctica experimental del modelo matemático áreas de influencia en la labor de preparación By Pass 976 E, EN LA UNIDAD SAN GENARO - CASTROVIRREYNA COMPAÑÍA MINERA S.A.

El problema diario del ingeniero jefe de guardia, geomecánico, y todos los profesionales involucrados del sector minero es el reto de tener un buen avance, una buena voladura controlada con estética y que tenga un auto soporte para minimizar los accidentes por caída de rocas, costo en elementos de sostenimiento, explosivos y esfuerzo físico humano.

Al no tener un buen diseño de malla de perforación y voladura controlada según tipo de rocas, tipo de explosivos nos genera los resultados de la perforación y voladura un

sinfin de problemas como es: Superficies irregulares e inestables, sobre excavación, agrietamiento de la roca remanente, no tiene auto sostenimiento la sobre excavación presenta fracturamiento radial, La voladura convencional o radial debilita la roca hasta un promedio de 1.5m hasta 2m de profundidad en cajas, techos y hastiales, la voladura controlada solo afecta de 0.2m a 0.5 m de profundidad.

Otro de los problemas más comunes es el cambio brusco del macizo rocoso por ejemplo estéril y mineral y consecuentemente una variación de las propiedades de resistencia de las rocas obliga a reconsiderar el diseño y la forma especial de carguío de los taladros.

Todas las rocas presentan discontinuidades, micro fisuras y fallas, que influyen de manera directa en las propiedades físicas y mecánicas de las rocas y consecuentemente en los resultados de la voladura.

Las superficies de discontinuidad pueden ser de distintos tipos: planos de estratificación, planos de laminación y foliación primaria, planos de esquistosidad y pizarrosa, fracturas y juntas.

Las discontinuidades pueden ser abiertas, cerradas o rellenas y por ello, tienen diferentes grados de transmisión de la energía del explosivo.

Presencia de agua las rocas porosas y los macizos rocosos intensamente fracturados, cuando se encuentran saturados de agua presentan habitualmente algunos problemas:

Obligan a seleccionar explosivos no alterables por agua, producen la pérdida de taladros por hundimientos internos, dificultan la perforación inclinada.

Por otro lado, el agua afecta a las rocas y a los macizos rocosos en los siguientes aspectos: Aumentan la velocidad de propagación de las ondas elásticas en terrenos porosos y agrietados. Reduce la resistencia de compresión y tracción de las rocas.

Reduce la atenuación de las ondas de choque. Las juntas llenas de agua permiten el paso de las ondas de choque.

Otro de los problemas comunes también es el tipo de explosivos a utilizar los parámetros más principales a tener en cuenta es: Tipo de explosivo, densidad, velocidad, presión de detonación, dimensiones del explosivo.

## 1.2 FORMULACIÓN DE PROBLEMAS.

### 1.2.1 Problema general:

¿Cómo influye el diseño de Malla de Perforación y Voladura en el By Pass 976 – E, en la Unidad Minera San Genaro Aplicado el Modelo Matemático, “Área de Influencia”. Unidad Minera San Genaro - Castrovirreyna Compañía Minera S.A. 2012?

### 1.2.2 Problemas específicos:

a) ¿Qué características presenta el diseño de Malla de Perforación y Voladura en el By Pass 976 – E, en la Unidad Minera San Genaro - Castrovirreyna Compañía Minera S.A. 2012?.

b) ¿Cómo será Aplicado el Modelo Matemático, “Área de Influencia”, en la Unidad Minera San Genaro - Castrovirreyna Compañía Minera S.A. 2012?.

c) ¿Qué relación existe en el diseño de Malla de Perforación y Voladura en el By Pass 976 – E, en la aplicación del Modelo Matemático, “Área de Influencia”. En la Unidad Minera San Genaro - Castrovirreyna Compañía Minera S.A. 2012?

## 1.3 OBJETIVO: GENERAL Y ESPECÍFICOS.

### 1.3.1 Objetivo general:

Determinar el efecto que presenta el diseño de Malla de Perforación y Voladura en el By Pass 976 – E, en la Aplicación del Modelo Matemático, “Área de Influencia” Unidad Minera San Genaro - Castrovirreyna Compañía Minera S.A. 2012

### 1.3.2 Objetivos específicos:

a) Identificar las características del Diseño de Malla de Perforación y Voladura en el By Pass 976 – E, Aplicando en la Unidad Minera San Genaro - Castrovirreyna Compañía Minera S.A. 2012.

b) Establecer las características aplicando el modelo matemático, “área de influencia en la Unidad Minera San Genaro - Castrovirreyna Compañía Minera S.A. 2012

c) Determinar la relación que existe entre el Diseño de Malla de Perforación y Voladura en el By Pass 976 – E, y la Aplicación del Modelo Matemático, “Área de Influencia”. En la Unidad Minera San Genaro - Castrovirreyna Compañía Minera S.A. 2012

## 1.4 JUSTIFICACIÓN.

El presente trabajo de investigación se justifica porque en la actualidad no hay un método práctico para diseñar una malla de perforación y voladura controlada.

Es porque en los diseños de mallas fueron realizados empíricamente en el terreno, porque los modelos matemáticos empleados no eran los definitorios, sino más bien solo fueron una iniciativa, porque difiere por completo con lo ejecutado en el terreno. Se pretende aplicar el modelo matemático de áreas de influencias, usando una nueva teoría para calcular el burden, esto para conocer el diseño que se ejecuta en la teoría sea igual en la práctica, simulando si el diseño es el óptimo.

Los resultados de esta investigación permitirán calcular el diseño de malla de perforación y voladura controlada.

Los resultados de esta investigación contribuirán a conocer los resultados de la aplicación: avance eficiente, sobre rotura y superficies lisas de las labores.

142

Los resultados de esta investigación contribuirán lograr la malla de perforación adecuada para mejorar la voladura controlada y estabilidad del corte en la labor del By Pass 976 E, Unida SAN GENARO de la empresa CASTROVIRREYNA COMPAÑÍA MINERA S.A..

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES.**

Rene W. Ojeda Mestas. DISEÑO DE VOLADURA EN CRÁTER APLICANDO NUEVO MODELO MATEMATICO. 2010; 52(27).

Este diseño de voladura en cráter trata de un método mas practico que la teoría de Livingston, por consiguiente no se necesita realizar varias pruebas de campo para determinar la distancia optima de la carga esférica, sino más bien aplicando la nueva teoría, esta distancia optima se calcula mediante una ecuación matemática.

#### **2.2. BASES TEÓRICAS.**

##### **2.2.1. Diseño de malla de perforación.**

Es el esquema que indica la distribución de los taladros con detalle de distancias, cargadas de explosivo y secuencia de encendido a aplicar. Ojeda Mestas Wilfredo – 2007 Perú.

##### **2.2.2. Voladura Controlada.**

Consisten en el empleo de cargas explosivas lineales de baja energía colocadas en taladros muy cercanos entre sí, que se disparan en forma simultánea (Exsa – 2002).

### 2.2.3. Nueva Teoría para calcular el burden.

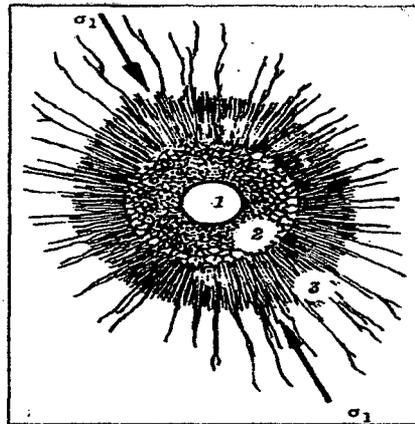
Consisten en el empleo de cargas explosivas lineales de baja energía colocadas en taladros muy cercanos entre sí, que se disparan en forma simultánea (Exsa – 2002).

Es un nuevo modelo matemático para diseñar malla de perforación y voladura, calculando el área de influencia por taladro y se desarrolla de la siguiente manera:

Este método de diseño nace de la figura siguiente:

Fig. N° 01

#### Área de influencia de un taladro después de la voladura



Fuente: HOEK/ E.T. BROWM "Excavaciones subterráneas en roca"

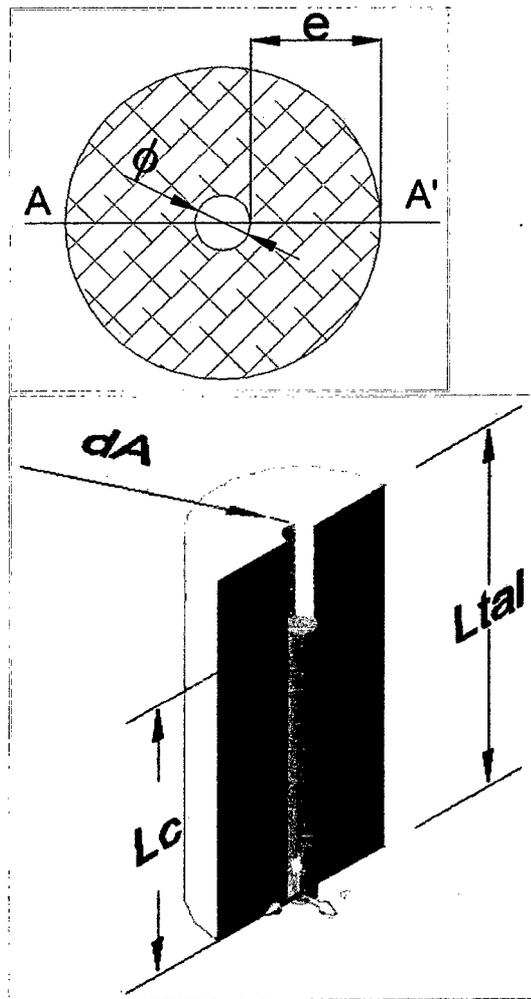
- En donde la zona 1; es diámetro del taladro, la zona 2 es la zona pulverizada por el explosivo y la zona 3 es el área de influencia del taladro después de una voladura.
- En este caso la nueva teoría calcula el espesor fracturado por el explosivo y que luego se demostrara el burden.
- Esta teoría es realizada con los criterios de resistencia de materiales, mecánicas de rocas y parámetros del explosivo y perforación.

#### 2.2.4. Reformulación del modelo matemático

La reformulación se realiza para la utilización de cargas de fondo y de columna de un taladro, en donde el área de influencia es calculada usando con dos tipos de explosivos de fondo y de columna.

Fig. N° 02

Representación grafica del área de influencia de un taladro.



Fuente nueva teoría para calcular el burden, "IV CONEIMIN"



“la diferencial de arco (ds) está en función al radio del explosivo ( $r_e$ ) y un diferencial de ángulo (d $\alpha$ )”.

$$ds = r_e * d\alpha$$

Reemplazando se tiene un  $F_2$

$$\int dF_2 = \int_0^\pi 2 * PoD_{tal} * L_{tal} * r * \text{sen}\alpha d\alpha + \int_0^\pi 2 * PoD_{tal} * L_{tal} * r * \text{cos}\alpha d\alpha$$

$$F_2 = 2 * PoD_{tal} * L_{tal} * r \dots\dots (2)$$

- **Determinando  $F_1$** ; la fuerza 1, depende de la resistencia a la compresión de la roca o mineral ( $\sigma_r$ ), R.Q.D. y el área de rotura (A).

$$F_1 = \sigma_r * RQD * A$$

Donde:  $A = e * L_{tal}$

$$F_1 = \sigma_r * RQD * e * L_{tal} \dots\dots (3)$$

Reemplazando ecuación (3), (2) en (1) y simplificando

$$2 * PoD_{tal} * L_{tal} * r = 2 \sigma_r * RQD * e * L_{tal}$$

$$e = \left( \frac{PoD_{tal} * r}{\sigma_r * RQD} \right)$$

$$e = \left( \frac{PoD_{tal} * \emptyset}{2 * \sigma_r * RQD} \right) \dots\dots (4)$$

- **Burden para un factor de seguridad “ $F_s$ ”.**

$$B_n = \frac{2e}{F_s} + \emptyset \dots 5$$

- **Burden nominal “ $B_n$ ” (formula general).**

$$B_n = \emptyset * \left( \frac{PoD_{tal}}{F_s * \sigma_r * RQD} + 1 \right)$$

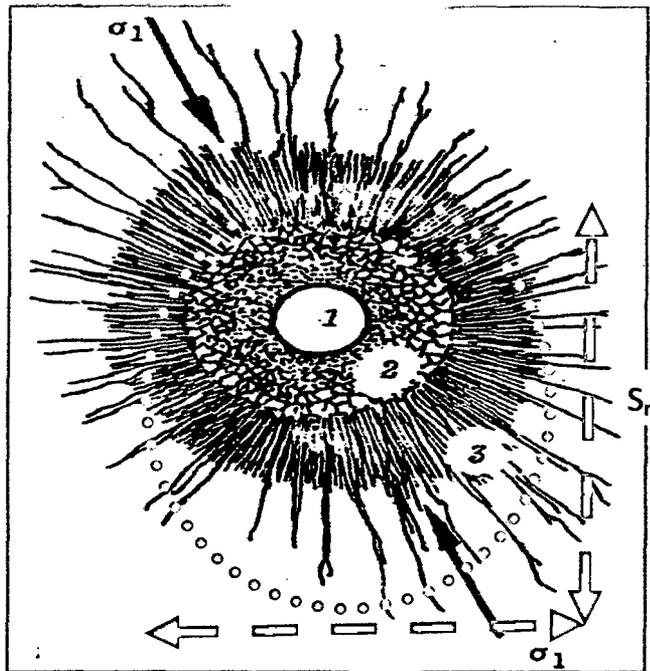
- ❖ **Burden Ideal “ $B_i$ ”.**

$$B_i = B_n - D_p$$

$D_p$  = Desviación de perforación.

Fig. N° 04

Área de influencia del taladro con relación al burden y espaciamiento.



Fuente: HOEK/ E.T. BROWM "Excav  $B_n$  subterráneas en roca"

Tabla N° 01

$B_n$	Burden nominal (m)
$S_n$	Espaciamiento nominal (m)
$\emptyset$	Diámetro del taladro (m)
$PoD_{tal}$	Presión de detonación en el taladro (Kg/cm <sup>2</sup> )
RQD	Índice de calidad de la roca
$\sigma_r$	Resistencia a la compresión de la roca o mineral, (Kg/cm <sup>2</sup> )
$F_s$	Factor de seguridad

## 2.2.5. Determinación de las variables independientes.

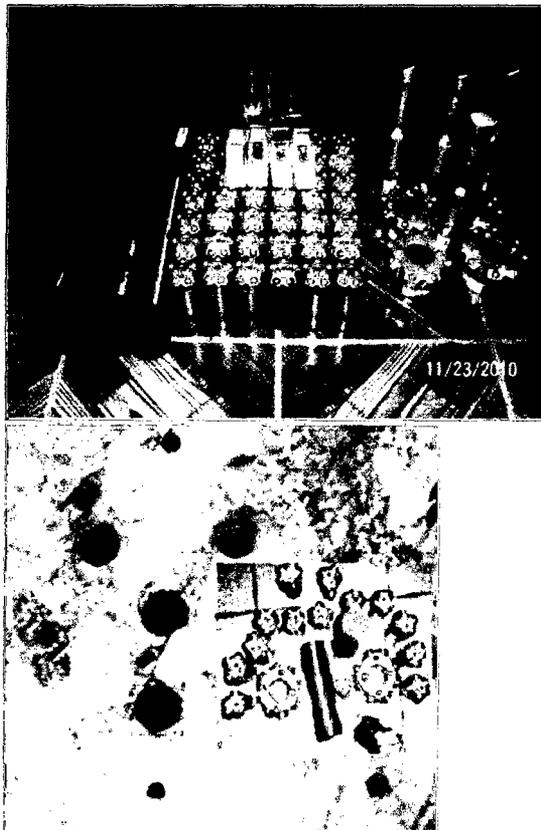
### 2.2.5.1. Diámetro del taladro " $\emptyset$ ".

33

El diámetro de taladro es el diámetro de la broca, el estudio se realiza de las siguientes dimensiones 38 mm, 45 mm y 65 mm de diámetro.

Fig. N° 05

Las variedades de diámetros de brocas de perforación. (1 pulg. – 18 pulg.)



Fuente logística – PROSSAC

#### 2.2.5.2. Presión de detonación del explosivo "PoD"

La presión de detonación varía según el tipo de explosivo a utilizarse en la voladura que varía desde los 30 Kbar a 202 Kbar.

$$PoD = 0.2 * 10^{-5} * \delta * V_{oD}^2$$

$\delta$  = Densidad del explosivo.

$V_{oD}$  = Velocidad de detonación.

Fuente: Exsa.

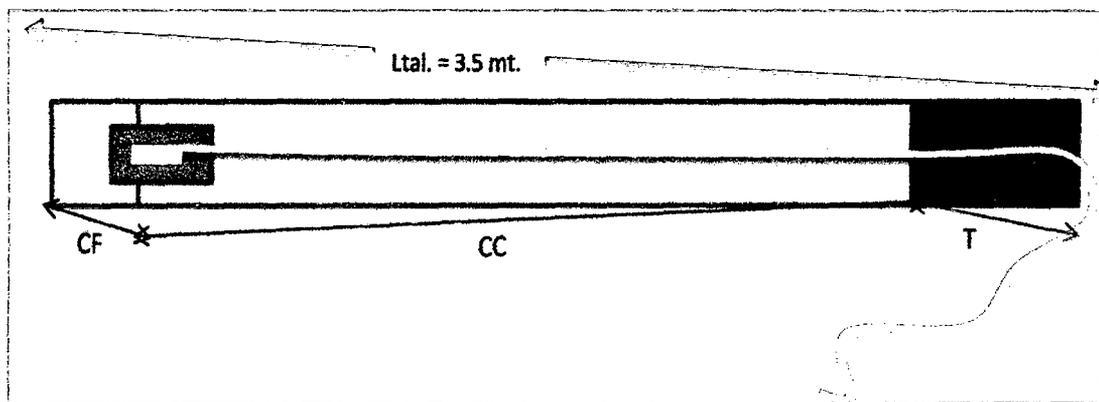
### 2.2.5.3. Factor de carguío "Fc"

El factor de carguío está en función de volumen del taladro y volumen del explosivo dentro del taladro, donde:  $F_c \leq 1$ .

$$F_c = \frac{V_c}{V_{tal}} = \frac{\pi * \varnothing_e^2 * L_e * N_{cartuchos}}{\pi * \varnothing_{tal}^2 * L_{tal}} = \frac{\varnothing_e^2 * L_e * N_{cartuchos}}{\varnothing_{tal}^2 * L_{tal}}$$

Fig. N° 06

Taladro cargado longitud de taladro "Ltal".



Fuente propia.

- CF : Carga de fondo.  
 CC : Carga de columna.  
 T : Taco.

### 2.2.5.4. Acoplamiento del explosivo "Ae"

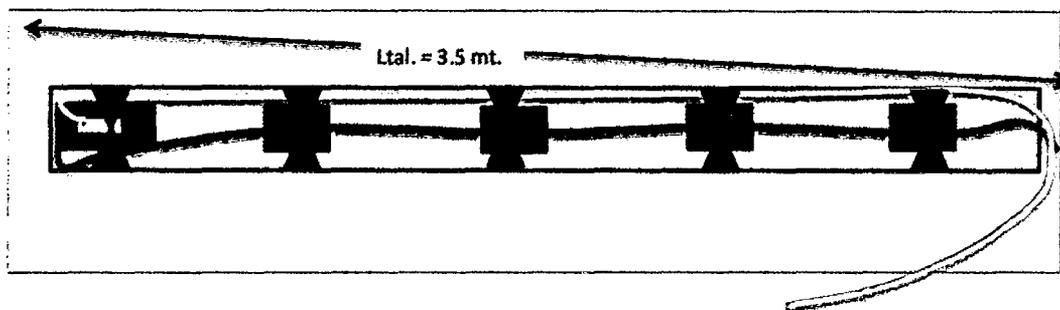
El acoplamiento está en función al diámetro del explosivo " $\varnothing_e$ " y diámetro del taladro " $\varnothing_{tal}$ ", donde:

$$A_e \leq 1$$

$$A_e = \frac{\varnothing_e}{\varnothing_{tal}}$$

Fig. N° 07

Taladro cargado para voladura controlada.



Fuente propia.

### 2.2.5.5. Longitud de carga explosiva "Lc"

La longitud de carga está en función del diámetro del explosivo " $\varnothing_e$ ", longitud del explosivo " $L_e$ ", número de cartuchos por taladro " $N^{\circ}_{tal}$ " y el acoplamiento del explosivo " $A_e$ ", donde  $L_c \leq \frac{3}{4} L_{tal}$ .

Determinamos el volumen del explosivo desacoplado dentro del aladro.

$$V_e = \frac{\pi * \varnothing_e^2}{4} * L_e * (N^{\circ}_{cart}/tal)$$

Donde:

$V_e$  = Volumen del explosivo

$\varnothing_e$  = Diámetro del explosivo.

$L_e$  = Longitud del explosivo.

$N^{\circ}_{cart}/tal$  = Número de cartuchos por taladro.

Determinamos el volumen del explosivo acoplado dentro del taladro.

$$V_e = \frac{\pi * \varnothing_e A_e^2}{4} * L_c \dots 1$$

Donde:  $\emptyset_{Ae} = Ae * \emptyset_{tal} \dots 3$

**Donde:**

$\emptyset_{Ae}$  : Diámetro del acoplamiento del explosivo.

$\emptyset_{tal}$  : Diámetro del taladro.

$L_c$  : Longitud de carga.

$A_e$  : Acoplamiento del explosivo.

Reemplazando las ecuaciones 2 y 3 en 1, para obtener la longitud de carga " $L_c$ ".

$$\frac{\pi * \emptyset_{Ae}^2}{4} * L_c = \frac{\pi * \emptyset_e^2}{4} * L_e * (N^{\circ} \text{cart}/\text{tal})$$

$$L_c = \frac{\emptyset_e^2}{\emptyset_{Ae}^2} * L_e * (N^{\circ} \text{cart}/\text{tal})$$

$$L_c = \left( \frac{\emptyset_e^2}{\emptyset_{Ae}^2} \right) * L_e * (N^{\circ} \text{cart}/\text{tal})$$

$$L_c = \left( \frac{\emptyset_e}{Ae * \emptyset_{tal}} \right)^2 * L_e * (N^{\circ} \text{cart}/\text{tal})$$

Fuente: "Manual de exsa"

#### 2.2.5.6. Longitud del taladro " $L_{tal}$ ".

La longitud del taladro en perforación subterránea varía según la longitud del barreno " $L_b$ " y la eficiencia de perforación " $E_p$ ".

$$L_{tal} = L_b * E_p$$

La perforación en frentes, galerías subniveles, cruceros, rampas y chimeneas, su máxima longitud del taladro es:

$$L_{tal} \leq \sqrt{A_s}$$

Donde:

$A_s$  : Área de la sección del frente.

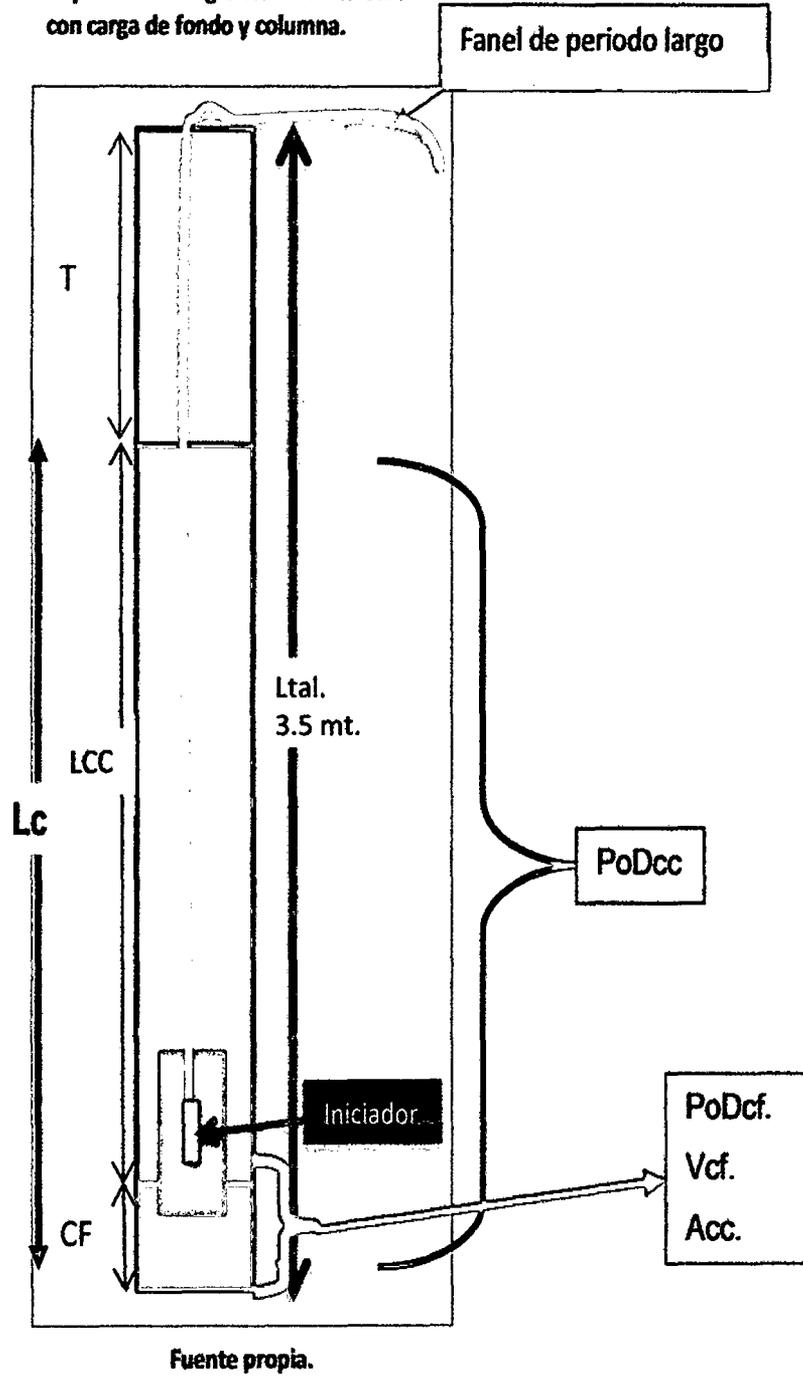
#### 2.2.5.7. Presión de detonación del taladro " $P_o D_{tal}$ "

Para determinar la presión de detonación del taladro, se realiza haciendo un análisis de la siguiente figura.

31

Fig N° 08

Representación grafica de un taladro con carga de fondo y columna.



T	: Taco.
Ø	: Diámetro del taladro.
Lc	: Longitud de carga.
Lcc	: Longitud de carga de columna.
PoDcc	: Presión de detonación de columna.
Vcc	: Volumen de carga de columna.
Øcc	: Diámetro de carga de columna.
Pcc	: Densidad de carga de columna.
Acc	: Acoplamiento de carga de columna.
Lcf	: Longitud de carga de fondo.
PoDcf	: Presión de detonación de carga de fondo.
Vcf	: Volumen de carga de fondo.
Øcf	: Diámetro de carga de fondo.
Pcf	: Densidad de carga de fondo.
Acc	: Acoplamiento de carga de fondo.

Donde:

$L_{tal}$  : longitud de taladro

De la Fig. N° 09 la longitud de carga "Lc"

$$L_c = L_{cc} + L_{cf}$$

Para determinar la presión de detonación en el taladro se utilizara la "Ley de Dalton, la ley de las presiones parciales" de la ecuación universal de los gases se deduce lo siguiente:

$$P_{oD_{tal}} = P_{cc} + P_{cf}$$

También la "ley de Boyle y Mariotte" para calcular las presiones parciales.

Donde:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$P_{cc} \times V_{tal} = P_{oD_{cc}} \times V_{cc}$$

$$P_{cc} = P_{oD_{cc}} \times \frac{V_{cc}}{V_{tal}}$$

$$P_{cc} = P_{oD_{cc}} \times F_{cc}$$

$$P_{cf} = P_o D_{fc} \times F_{cf}$$

$F_{cc}$ : Factor de carguío de la carga de columna.

$$F_{cc} = \frac{V_{cc}}{V_{tal}} = \frac{\phi_{ec}^2 \times L_{cc} \times N_{cartuchos}}{\phi_{tal}^2 \times L_{tal}}$$

$F_{cf}$ : Factor de carguío de la carga de fondo.

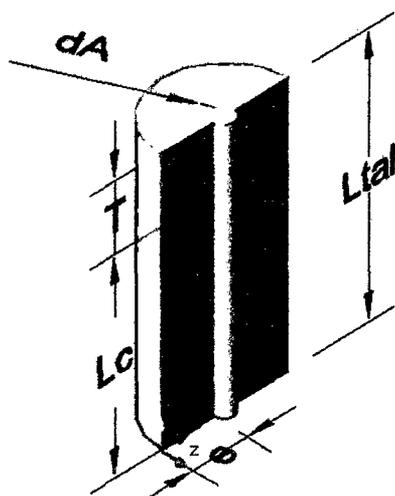
$$F_{cf} = \frac{V_{cf}}{V_{tal}} = \frac{\phi_{cf}^2 \times L_{cf} \times N_{cartuchos}}{\phi_{tal}^2 \times L_{tal}}$$

### 2.2.5.8. Determinación del taco mínimo "Tmin"

Para determinar el taco mínimo "Tmin", se observa la Fig. N° 09, donde el taco esta en función al espesor "e" de rotura por efecto de la voladura y un factor de seguridad "Fs".

Fig. N° 10

Diagrama de cuerpo libre para determinar el taco.



$$T_{min} = \frac{e}{F_s}$$

Donde:

$$e = \frac{P_o D_{tal} \times \phi}{2 \times \sigma_r \times RQD}$$

$$T_{min} = \frac{P_o D_{tal} \times \phi}{2 \times F_s \times \sigma_r \times RQD}$$

Fuente nueva teoría para calcular el burden, "IV CONEIMIN"

El "Tmin" puede variar hasta que:

$$L_c + T_{min} \leq L_{tal}$$

### 2.2.5.9. Índice de calidad de la roca "RQD"

Está en función a su clasificación del macizo rocoso.

$$RQD = 115 - 3.3 \times J_v$$

Donde:

$J_v = \text{N}^\circ \text{ de fracturas/m}^3$

**Tabla N° 02**

**Índice de calidad de roca.**

Calidad de la roca	RQD	Fc = (Lc/Ltal)
Muy mala	< 25 %	
Mala	25 - 50 %	
Regular	50 - 75 %	
Buena	75 - 90 %	
Muy buena	90 - 100 %	

**Tabla N° 03**

Evaluación geomecánica según GSI.

ZONA	NIVEL	LABOR	GSI	RMR	CLARO MAX. (m)	DIST. AL TOPE SIN SOST. (m)	DIST. A SOSTENER (m)
Poder	640	By Pass 972 E	Paralizado				
		By Pass 972 W	F/R	55 - 70	6	12	6
	665	By Pass 951 E	F/MP	35 - 50	2		
		By Pass 951 W	Paralizado				
		Crucero 550	F/MP	35 - 50	2		
	690	By Pass 949 W	Paralizado				
		By Pass 949 E	F/B	55 - 65	5		
		Crucero 528 S	F/B	55 - 65	5		
	715	By Pass 958 w	Paralizado				

		By Pass 958 E	Paralizado			
	770	By Pass 720 W	MF/P	35 - 50	2	
		Cx 850	Paralizado			
La Fe 2	640	By Pass 530	F/R	55 - 70	6	
Trabajo	740	By Pass 752 W	Paralizado			
		Crucero 845	F/R	55 - 70	6	
		Rampa 061	Paralizado			

Fig. N° 11

ANALISIS DE LA ROCA DE CX, Bp, Rp. (ROCK LAB).

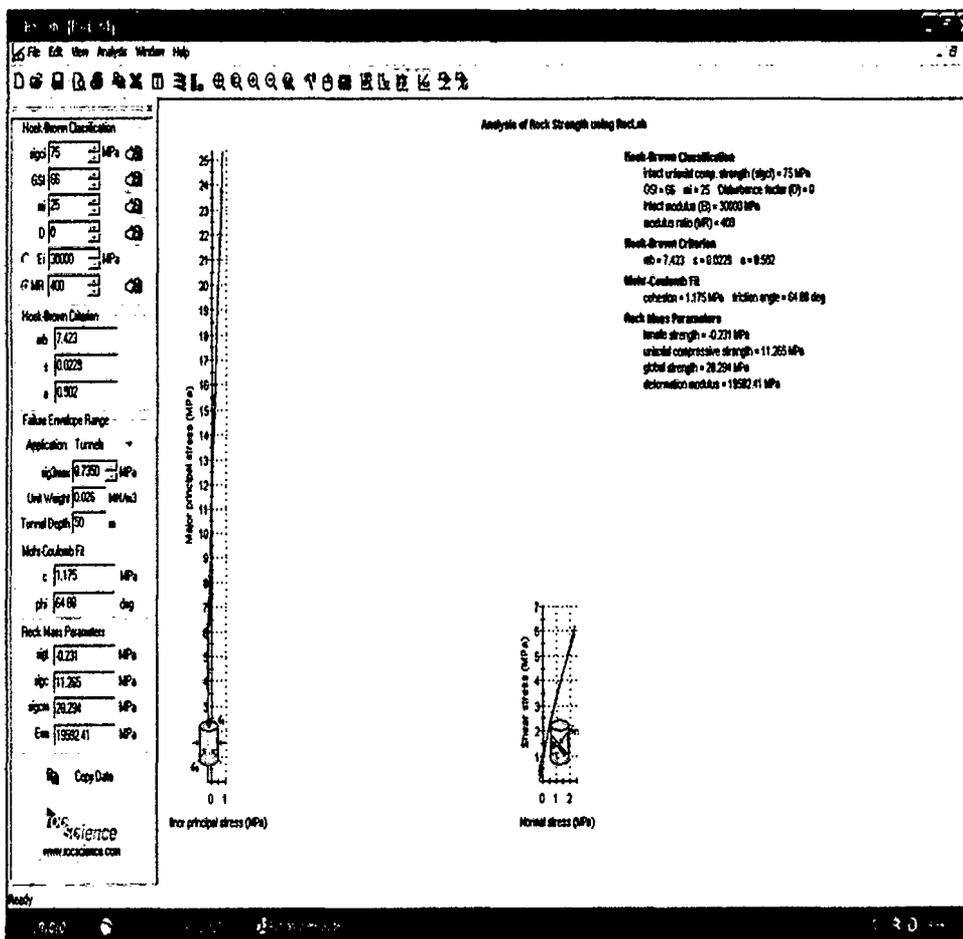
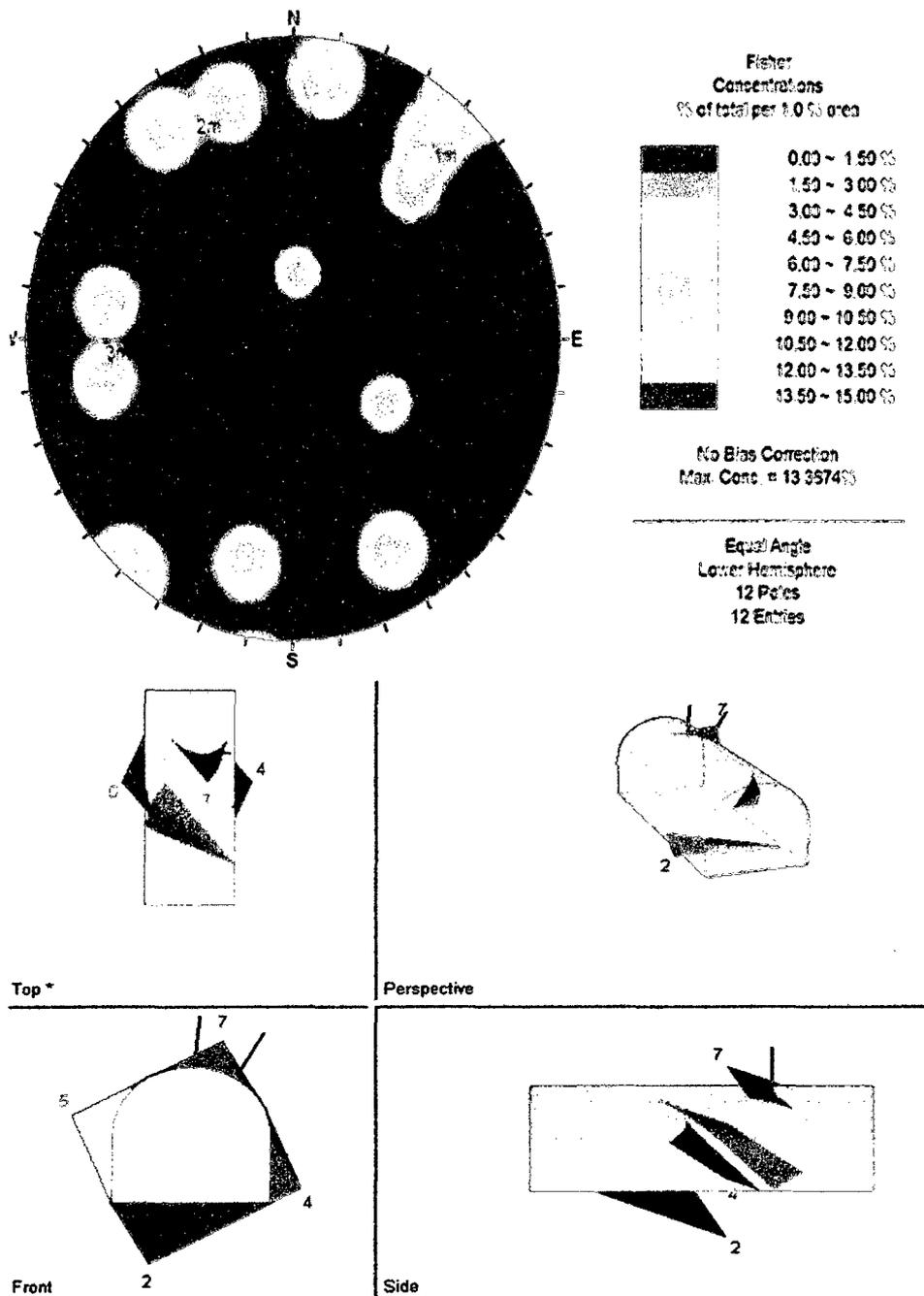


Fig. Nº 12

EVALUACION DE CUÑAS (DIPS)

EVALUACION DE CUÑAS (UNWEDGE)



2.2.5.10. Resistencia a la compresión simple de la roca. "σr"

Las resistencias de los ensayos compresión uniaxial varían de 0.25 Mpa a > de 250 Mpa, según el tipo de roca o mineral.

**Tabla N° 04**

**Cuadro de resistencia de rocas.**

Propiedades de la Roca Intacta (Rango de Valores)				
Litología	Densidad MN / m <sup>2</sup>	Resistencia Compresiva uniaxial - Sigma c Mpa	Módulo de deformación Gpa	Relación de Poisson
Intrusivo	0.0265	117 - 161	57 - 83	0.27 - 0.35
Mineral	0.0409-0.0485	73 - 84	39-112	0.17 - 0.49
Pizarra	0.0276-0.0281	52 - 114	72-117	0.12 - 0.39

Fuente Pontificia Universidad Católica del Perú, ensayos de laboratorio en el año 2009.

#### 2.2.5.11. Factor de seguridad "Fs"

Para determinar las constantes del factor de seguridad, se realiza pruebas de campo según su aplicación en voladura superficial y subterránea.

Si:

$$B_n = \phi \times \left( \frac{P_o D_{tal}}{F_s \times \sigma_r \times RQD} + 1 \right)$$

Despejando. "F<sub>s</sub>"

$$F_s = \frac{P_o D_{tal}}{\left( \frac{B_n}{\phi} - 1 \right) \times \sigma_r \times RQD}$$

### 2.2.5.12. Desviación de la perforación con barra.

Para aproximar la desviación, cuando se perfora con barra se interpolara el grafico y se determina la ecuación para calcular la desviación a una distancia.

$$Desv_{barra} = 0.0031 \times Long_{perf}^2 + 0.0063 \times Long_{perf} + 0.007$$

Desv<sub>barra</sub> : Desviación de perforación con barra

Long<sub>perf</sub> : Longitud e perforación

**Tabla N° 05**

Cuadro de desviación de perforación con barra.

factor	(long. de perf.) <sup>2</sup>	factor	(long. de perf.) <sup>2</sup>	factor
0.0031		0.0063		0.007
0.0031	0.0000	0.0063	0.0000	0.0070
0.0031	9.0000	0.0063	3.0000	0.0070
0.0031	10.2400	0.0063	3.2000	0.0070
0.0031	11.5600	0.0063	3.4000	0.0070
0.0031	12.2500	0.0063	3.5000	0.0070
0.0031	12.9600	0.0063	3.6000	0.0070
0.0031	14.4400	0.0063	3.8000	0.0070
0.0031	16.0000	0.0063	4.0000	0.0070
0.0031	17.6400	0.0063	4.2000	0.0070

Tabla N° 06

Resultado del cálculo de Desv<sub>barra</sub>

L perf (m.)	Desv-barra (m.)
0.000	0.007
3.000	0.054
3.200	0.059
3.400	0.064
3.500	0.067
3.600	0.070
3.800	0.076
4.000	0.082
4.200	0.088

Fig. N° 13



### 2.3. HIPÓTESIS.

#### **Hipótesis General**

El Diseño de Malla de Perforación y Voladura en el By Pass 976 – E, Mejorara el Modelo Matemático, “Área de Influencia”. en la Unidad Minera San Genaro - Castrovirreyna Compañía Minera S.A. 2012

### 2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

- Malla: “Plan de colocación geométrica de los barrenos para ser perforados en una voladura”.
- Malla: “Es la forma en la que se distribuyen los taladros de una voladura, considerando básicamente a la relación de burden y espaciamiento y su dirección con la profundidad de taladro”.
- Perforación: “Metros de barreno o volumen perforado por tonelada o metro cubico de roca arrancada”.
- Perforación: “Es la primera operación de una voladura, su propósito es el de abrir en la roca huecos cilíndricos destinados a alojar el explosivo, accesorios e iniciadores; también se denomina: taladros, barrenos, hoyos o blast hole”.
- Voladura: “Fragmentación de la roca y otros materiales mediante explosivos confinados en barrenos o adosados a su superficie”.
- Voladura: “De acuerdo con los criterios de la mecánica de rotura, la voladura es un proceso tridimensional, en el cual las presiones generadas por explosivos confinados dentro del taladro perforados en roca, originan una zona de alta concentración de energía que produce dos efectos dinámicos; fragmentación y desplazamiento”.

- Subterráneo: “Excavación natural o hechas por el hombre debajo de la superficie de la tierra”.
- Frente: “Superficie libre en una voladura”.
- Frente o frontón: “Es el lugar en donde se emplaza personal y maquina de perforar para realizar el avance de una galería o crucero, mediante perforación y voladura”.
- Parámetros: “Se denomina así a los diversos ratios obtenidos en la práctica, a través de la observación en el lugar de trabajo”.
- Parámetros: “Es el valor de las características que nos interesan en el colectivo o universo, este valor se refiere a partir de las estadísticas, es el valor estimado del parámetro”.
- Burden (Piedra): “Distancia desde el barreno al frente libre de la roca, medida perpendicular al eje del taladro”.
- Burden: “También denominado piedra, bordo o línea de menor resistencia a la cara libre, es la distancia desde el eje del taladro a la cara libre perpendicular más cercana, también la distancia entre filas de taladros en una voladura”.
- Burden (bordo): “La dimensión del bordo se define como la distancia más corta al punto de alivio al momento que un barreno detona, la selección del bordo apropiado es una de las decisiones más importantes que hay que diseñar en cualquier diseño de voladura”.

- Burden: “Distancia entre el barrenos y la cara libre más próxima; la dureza de la roca, fracturas, explosivos utilizados y la fragmentación requerida determina la sección del burden”.
- Espaciamiento: “Distancia entre los barrenos de una misma fila”.
- Espaciamiento: “Distancia entre los barrenos, perpendicular al burden”.

## 2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.

### 2.5.1. Variable Independiente:

x: Diseño de Malla de Perforación y Voladura en el By Pass 976 – E

### 2.5.2. Variable dependiente:

Y: Aplicado al Modelo Matemático, “Área de Influencia”.

## 2.6. DEFINICIÓN OPERATIVAS DE VARIABLES E INDICADORES.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERATIVA	INDICADORES
<b>X:</b> Diseño de malla de perforación Voladura en el By Pass 976 – E.	Es el esquema que indica la distribución de los taladros con detalle de distancias, cargadas de explosivo y secuencia de encendido a aplicar. Ojeda Mestas Wilfredo – 2007 Perú.	Es la distribución de taladros según su área de influencia.	<b>N° de tal: unid.</b> <b>Long. Tal: mts.</b> <b>Diam. Tal. mm</b> <b>Diseño: mts.</b> <b>Sección: m<sup>2</sup></b> <b>Avance lineal: mts.</b>
<b>Y:</b> Aplicado al Modelo Matemático, “Área de Influencia”.	Consisten en el empleo de cargas explosivas lineales de baja energía colocadas en taladros muy cercanos entre si, que se disparan en forma simultánea (Exsa – 2002).de acuerdo al calculo del modelo matemático	Técnica de voladura usada para controlar la sobre rotura y producir una sección adecuada.	<b>Sección: m<sup>2</sup></b> <b>Volumen: m<sup>3</sup></b> <b>Material roto: tmh.</b> <b>Sección adecuada</b>

## CAPITULO III:

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

#### 3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO.

Distrito : Santa Ana.  
Provincia : Castrovirreyna.  
Región : Huancavelica.

#### 3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Básica - Tecnológica.

#### 3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

Descriptivo - Explicativo

#### 3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

El método de investigación será experimental.

#### 3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

Es descriptivo comparativo.

$M_1 \rightarrow O_1$

$M_2 \rightarrow O_2$

$M_3 \rightarrow O_3$

$M_4 \rightarrow O_4$

Donde:

**M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub>** : Cada una de las muestras  
**O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub>** : Información de cada muestra.

### 3.6 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO.

#### 3.6.1 Población.

Según Oseda, Dulio (2008:120) “La población es el conjunto de individuos que comparten por lo menos una característica, sea una ciudadanía común, la calidad de ser miembros de una asociación voluntaria o de una raza, la matrícula en una misma universidad, o similares”.

En este caso de esta investigación la población es la **Unidad de San Genaro** de la Compañía Minera Castrovirreyna.

#### 3.6.2 Muestra.

El mismo Oseda, Dulio (2008:122) menciona que “la muestra es una parte pequeña de la población o un subconjunto de esta”, que sin embargo posee las principales características de aquella. Esta es la principal propiedad de la muestra (poseer las principales características de la población) la que hace posible que el investigador, que trabaja con la muestra, generalice sus resultados a la población”.

Por lo tanto la muestra será conformada de los 20 labores, tres labores específicas que a continuación se menciona: By Pass 976 E, ventanas 2,3 y Cruce 290 –S.

### 3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

#### 3.7.1 Técnicas.

El mismo Oseda, D. (2008:128) sostiene que el fichaje “consiste en registrar los datos que se van obteniendo en los instrumentos llamados fichas, las cuales debidamente elaboradas y ordenadas contienen la mayor parte de la información que se recopila en una investigación”.

Según los datos recopilados de fichas de observación, datos estadísticos, reportes diarios de operación, informes semanales, mensuales y anuales.

### 3.7.2 Los instrumentos.

Según Ary, Donald y otros, (1993:189) "las fechas deben cumplir una serie de requisitos formales que tienen como objetivo, Facilitar su utilización posterior.

Parámetros de la roca según el software (Rock Lab.)

### 3.7.3 Procedimientos De Recolección De Datos.

La Sección del BY PASS -976 E, presentaba sobre rotura y avance ineficiente de 83.3%.

Los taladros no presentan una distribución simétrica, igualdad de longitud, paralelismo

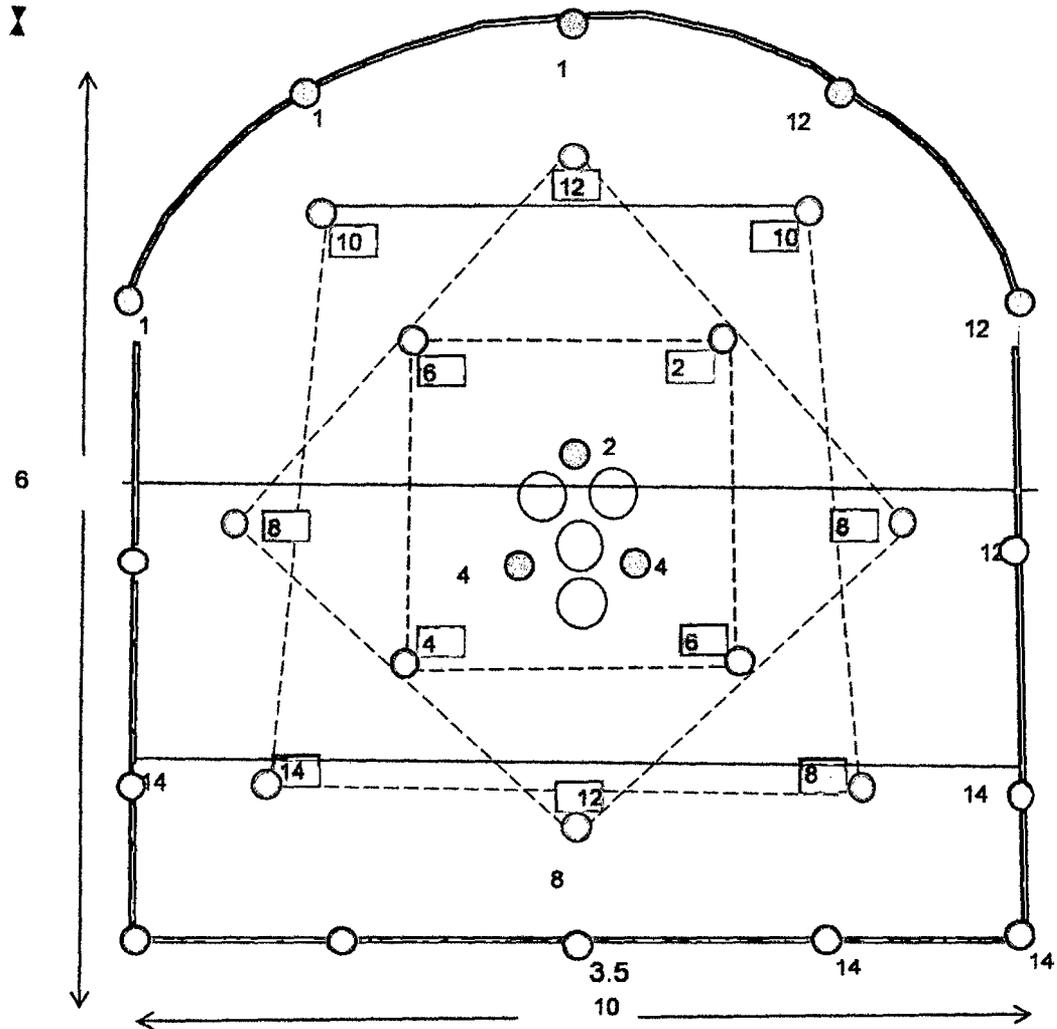
El promedio mensual de avances lineal del BY PASS 976 – E, del año 2011 es.

Tabla N° 07

MUESTRAS TOMADAS 2011	
MES	PROMEDIO DE AVANCE (m)
ENERO	2.8
FEBRERO	2.8
MARZO	2.8
ABRIL	3.2
MAYO	2.8
JUNIO	3
JULIO	3.2
AGOSTO	2.7
SEPTIEMBRE	3
OCTUBRE	2.7
NOVIEMBRE	3
DICIEMBRE	3.3

Fig. N° 14

DISEÑO DE MALLA DE PERFORACION SIN VOLADURA DE CONTROLADA



FUENTE PROPIA

0.8 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

Se utilizo el software Rock Lab, programa Autocad, Office (Excel y Word), Dips, Unwedge

El manejo de estos programas de acuerdo a la necesidad de la investigación en forma organizada y ordenada.

## CAPITULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA CONTROLADA EN EL BY PASS 976 – E.

Para el diseño de malla de perforación y voladura controlada se utiliza el modelo matemático para calcular el burden, la perforación se realizó con el Jumbo.

##### 4.1.1. Aplicación del modelo matemático en el BY PASS 976 – E.

La perforación se realiza con Jumbo electro hidráulico de 01 brazo, la voladura con faneles de periodo largo que serán usados para una sección de 4mt. x 4mt. y un promedio de avance lineal máximo de 3.5 por disparo que se determina mediante un análisis de diseño de malla de perforación.

Los datos del campo son:

1. Diámetro de broca de 45mm
2. Longitud de barra de 12 pies
3. Eficiencia de perforación de 96.4 %
4. Eficiencia de voladura de 95%
5. Explosivos: Emulnor 3000 de 1 ¼ x 8", utilizado para los arranques y ayudas mas el encebado

6. Explosivos: Emulnor 3000 de 1 ½" x 12" , utilizado como carga de columna para los demás taladros de producción
7. Faneles de periodo largo, de 4,2 m de longitud, según el requerimiento que se analizara para la voladura
8. Pentacord 5P de 60 pies para realizar los amarrez con exel y fulminante.
9. Guías de seguridad de 7' (por 02 unidades)
10. fulminante Nro 08 (02 unidades)
11. Tipo de roca; Caliza salificada (dura), GSI (Buena).
12. R.Q.D. de 98,5 %
13. Resistencia de la roca de 1059.15 Kg/cm<sup>2</sup>, Determinado por ensayo no destructivo (Martillo de Smith)
14. Densidad de roca de 3.0 TM/ m<sup>3</sup>, Kg/cm<sup>3</sup>

#### APLICANDO EL MODELO MATEMÁTICO

$$B_n = \phi \times \left( \frac{P o D_{tal}}{F_s \times \sigma_r \times R Q D} + 1 \right)$$

PASO 1: Se puede calcular los resultados teóricos para diseñar la malla de perforación, primeramente se calcula el burden de arranque.

Tabla N° 08

#### CÁLCULO DEL BURDEN NOMINAL DEL FRENTE

Fs	aplicación	Burden nominal
2	Tajo	0.470
3	Contorno	0.463
4	Sub ayuda	0.460
5	Ayuda	0.458
6	Arranque	0.457

PASO 2 y 3: Con los datos y resultados se procede a diseñar la malla de perforación con las áreas de influencia de taladros y agregando los taladros de alivio para controlar la voladura

## **CAPITULO V:**

### **ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.**

#### **5.1. POTENCIAL HUMANO.**

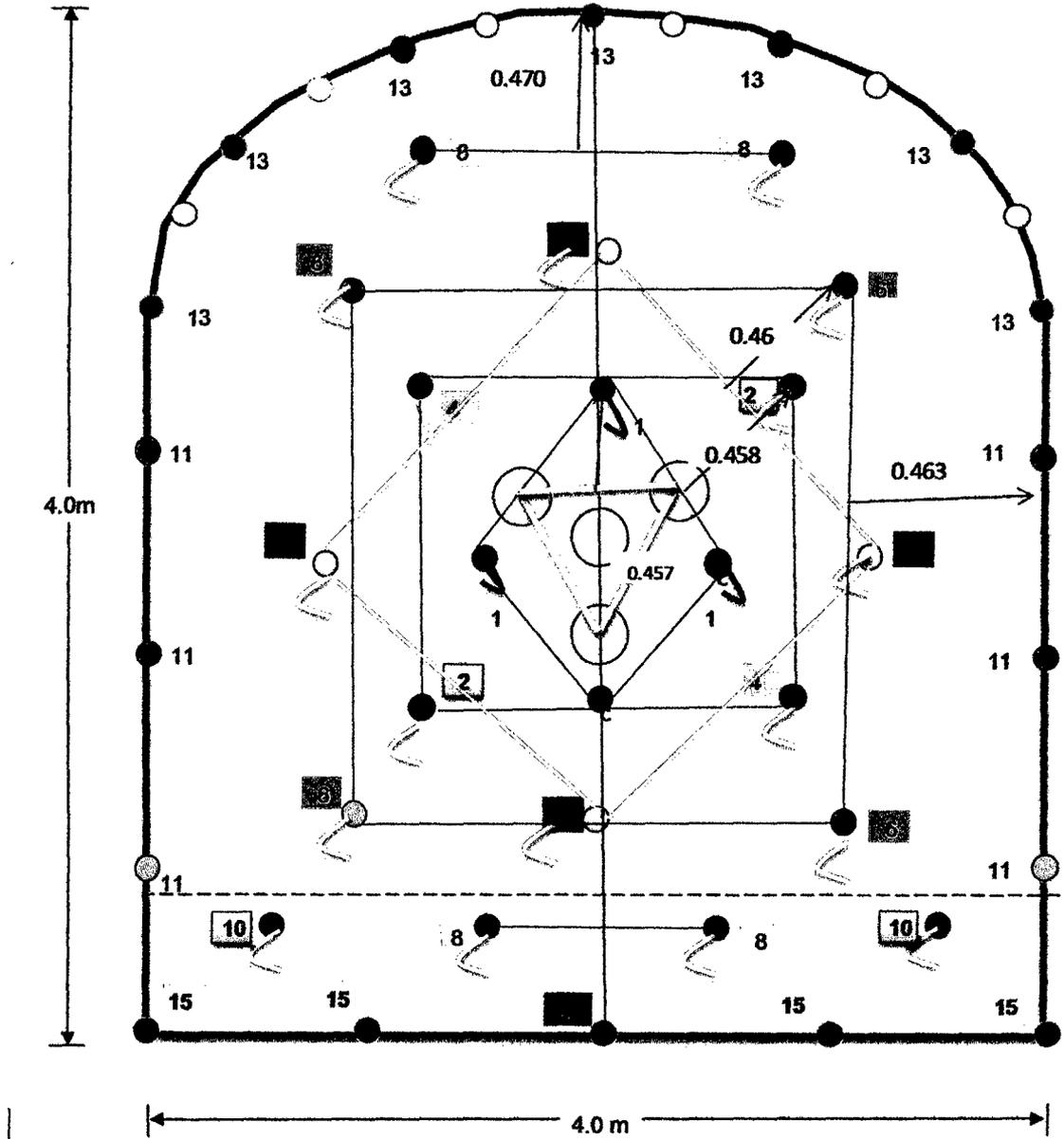
- El investigador.
- El asesor.
- Los profesionales de la Unidad San Genaro Compañía Minera Castrovirreyna S.A.

#### **5.2. RECURSOS MATERIALES.**

- Impresiones.
- Copias.
- Libros.
- Cámara fotográfica.
- Calculadora.
- Computadora.
- Proyector Multimedia.

Fig. N° 15

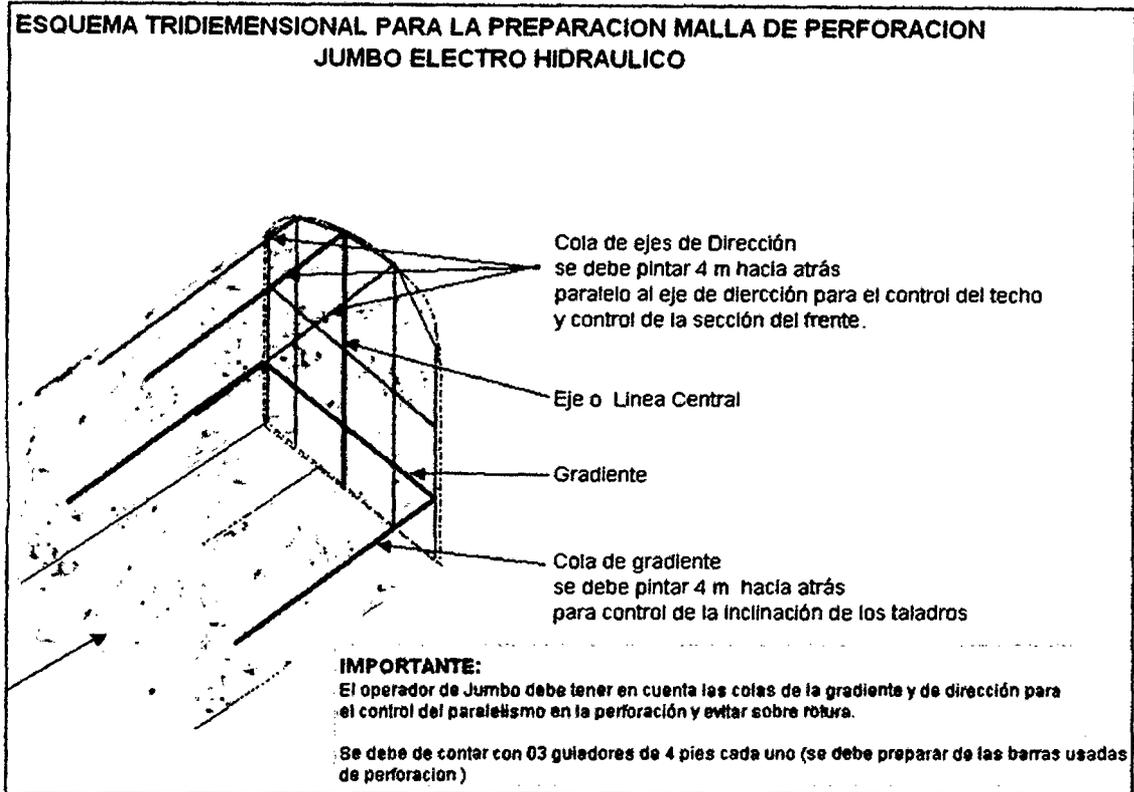
DISEÑO DE MALLA DE LA VOLADURA CONTROLADA EN EL BY PASS 976 - E



PASO 4: Antes de pintar la malla de perforación se realiza el respectivo marcado de gradiente y punto de dirección.

Fig. N° 16

**Esquema de pintado de la gradiente y punto de dirección**



Fuente II CONEIMIN 2003

Tabla N° 9

Datos comparativos de los avances por disparo

DATOS ESTADISTICOS DE MUESTRAS DE ESTUDIO		
MUESTRAS TOMADAS EN:	AVANCES POR DISPARO	
	ANTERIOR 2011	POSTERIOR 2012
ENERO	2.8	3.4
FEBRERO	2.8	3.5
MARZO	2.8	3.5
ABRIL	3.2	3.5
MAYO	2.8	3.4
JUNIO	3	3.5
JULIO	3.2	3.5
AGOSTO	2.7	3.4
SEPTIEMBRE	3	3.5
OCTUBRE	2.7	3.4

<b>NOVIEMBRE</b>	<b>3</b>	<b>3.5</b>
<b>DICIEMBRE</b>	<b>3.3</b>	<b>3.5</b>
	<b>35.3</b>	<b>41.6</b>

<b>MEDIA</b>	<b>2.94</b>	<b>3.47</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>	<b>0.21</b>	<b>0.05</b>

**Tabla N° 10**  
**SEGÚN EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PIRSON**

0.993 a 1.0000	Correlación perfecta
0.9 a 0.993	Correlación muy alta
0.8 a 0.9	Correlación alta
0.7 a 0.8	Correlación moderada
0.5 a 0.7	Correlación débil
0.3 a 0.5	Correlación muy débil
0.0	Correlación nula

### 5.3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

ACTIVIDAD/DESCRIPCION	FEBRERO 2012				MARZO 2012				ABRIL 2012				MAYO 2012			
	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta	1ra	2da	3ra	4ta
Elaboración del plan de tesis	X	X														
Presentación y aprobación del plan de tesis				X												
Revisión Bibliográfica		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Recolección de datos					X	X										
Análisis y procesamiento de datos							X	X								
Propuestas de diseño de las ventanas de extracción									X	X						
Fundamento del diseño seleccionado											X	X				
Discusión de resultados																
Revisión y corrección de Tesis														X	X	
Presentación y sustentación de Tesis																X

### 5.4. PRESUPUESTO.

#### a) Personal con participación directa en la investigación

Nombre del Investigador	Actividad de Participación	Horas	Costo por hora S/.	Total	Financiador
• Cconislla Huamani, Edwin	Definición del Problema, objetivos, hipótesis y justificación.	30	10.00	300.00	Autofinanciado
• Cconislla Huamani, Edwin • Villagomez Arenas Wesli Jb.	Definición de la metodología, elaboración del material y métodos de investigación y/o recolección de datos.	15	10.00	150.00	Autofinanciado
• Cconislla Huamani, Edwin	Análisis de contenido.	50	10.00	500.00	Autofinanciado

<b>TOTAL</b>	<b>950.00</b>
--------------	---------------

**b) Bienes de capital: No se requiere para la investigación**

Caracterización del bien	Finalidad de Uso	Unid.	Valor		Financiador
			Unidad	Total	
Computadora Pentium IV	Tipeado de la planificación y ejecución del proyecto.	Unidad	2100.00	2100.00	Autofinanciado
Impresora	Impresión de los trabajos (Proyecto de Inversión de Inv.)	Unidad	230.00	230.00	Autofinanciado
Copias	Impresión de los instrumentos.	Unidad	50.00	50.00	Autofinanciado
<b>TOTAL</b>				<b>2380</b>	

**c) Pago por Servicios**

Persona que recibe el pago	Tipo de servicio que brindará	Unidades	Valor Unid ad	Total	Financiador
• Cconislla Huamani, Edwin • Villagomez Arenas Wesli Jb.	Movilidad:				Autofinanciado
	- Local.	10 viajes	1.00	10.00	
	- Pasaje terrestre ida y vuelta.	5 viajes	30.00	150.00	
• Villagomez Arenas Wesli Jb.	Viáticos:	1 persona	50.00	50.00	Autofinanciado
	Asesores	2 personas	500.00	1,000.00	Autofinanciado
<b>TOTAL</b>				<b>1,250.00</b>	

7

**d) Insumos para la investigación**

Insumo	Finalidad	Unidades	Valor Unidad	Total	Financiador
CD-ROM	Archivar	1 Paquete	10.00	10.00	Autofinanciado
Energía Eléctrica	Funcionamiento de equipos	Unidad	30.00	30.00	Autofinanciado
Teléfono	Consultas	20 horas	1.00	20.00	Autofinanciado
Internet	Consultas	50 horas	1.00	50.00	Autofinanciado
<b>TOTAL</b>				<b>110.00</b>	

**e) Resumen económico**

ITEM	MONTO TOTAL	FINANCIADOR		
		1%	2%	3%
Pago a personas	950.00	onislla Huamani, Edwin		
Bienes de capital	2,380.00	Villagomez Arenas Wesli Jb.		
Insumos	110.00	Villagomez Arenas Wesli Jb.		
<b>TOTAL</b>	<b>3,440.00</b>			

**5.5. FINANCIAMIENTO.**

La presente investigación será autofinanciado, es decir los costos serán cubiertos en su totalidad por los investigadores.

## CONCLUSIONES

1. Se ha determinado que el diseño de malla de perforación resulto optimo en los avances lineales de los frentes.
2. Mediante la investigación hecha, concluimos que la voladura controlada en las labores lineales será efectiva, con estética y un buen soporte minimizado caída de rocas y reduciendo costos.
2. Se reduce taladros de perforación (desquinches) por consiguiente madera, explosivos.
3. Se estandarizan en las labores lineales el modelo de malla de perforación de acuerdo al tipo de roca.
4. Finalmente aplicando el modelo matemático de las áreas de influencias se ha logrado mejorar el avance de las labores lineales.
5. Se hizo el cálculo de la malla de perforación utilizando los parámetros de: Perforación, explosivos y de la roca para tener resultados óptimos.
6. Aplicando diseño de malla de perforación y voladura controlada se minimizo la sobre rotura obteniendo superficies lisas en las labores by pass 976 -E,.
7. Con la voladura controlada se obtiene la estabilidad del corte de labores by pass 976 -E,.

## RECOMENDACIONES

- En los diseños de mallas de perforación se debe tomar en cuenta la evaluación de áreas de influencia por cada taladro.
- Se debe perforar los taladros de alivio para controlar la voladura y evitar sobre roturas.
- En carguío se debe tomar en cuenta que la corona y los hastiales se tiene que utilizar las cañas preparadas con emulsores.
- Al perforar los taladros siempre mantener el paralelismo, utilizando los guidores paralelos al pintado de punto dirección y gradiente.
- Mejorar la comunicación entre el operador de Jumbo y el cargador del frente del tipo de estructura si hay presencia de fallas, vetas, alteraciones, espacios vacios etc. Para elegir el tipo de carguío.
- Programar y mantener el ciclo de minado ya que influye el tiempo adecuado para elegir el tipo de carguío.
- Programar y mantener el ciclo de minado ya que influye el tiempo adecuado para la perforación y carguío.
- El operador de Jumbo siempre debe contar con su respectivo diseño de malla de perforación.
- Trabajo en equipo tanto compañía y las empresas especializadas, de igual modo el supervisor y los trabajadores.
- Cumplir con los estándares y procedimientos de cada actividad en coordinación y comunicación de los supervisores y trabajadores.

**REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA (EL ESTILO PARA LA BIBLIOGRAFÍA ES VANCOUVER).**

1. Estudio realizado utilizando el software y expuesto en la mina de Ananea, Mina Bateas. "DISEÑO DE MALLAS DE PERFORACION Y VOLADURA SUBTERRANEA APLICANDO UN MODELO MATEMATICO DE AREAS DE INFLUENCIA" Presentado por Rene Wilfredo Ojeda Mestas – 2007 Perú.
2. Ecuaciones para el diseño de voladuras en banco y otras voladuras a cielo abierto Javier Gallo Laya 2006 España.
3. Exsa. MANUAL PRACTICO DE VOLADURA, Pag 177.
4. Carlos Lopez Jimeno, MANUAL DE PERFORACIÓN Y VOLADURA DE ROCAS.
5. Exsa. MANUAL PRACTICO DE VOLADURA, Pág. 79.
6. Carlos López Jimeno, MANUAL DE PERFORACIÓN Y VOLADURA DE ROCAS.
7. Exsa. MANUAL PRACTICO DE VOLADURA, Pág. 161.

# ANEXOS

**Perforacion con jumbo sin controlar la seccion del BY PASS 976 - E**



**Voladura convencional**



**Voladura controlada**



**Presencia de cañas en la corona y hastiales**



**Superficie lisa**

