

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**EXPLOTACIÓN POR TALADROS LARGOS EN LA MINA
SAN RAFAEL**

INFORME DE INGENIERÍA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO DE MINAS

ANDRÉS AVELINO CATALÁN CAMERO

PROMOCION 95-II

LIMA – PERU

2004

INDICE

CAPITULO I: GENERALIDADES

1. HISTORIA DEL YACIMIENTO
2. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD
3. CLIMA Y VEGETACIÓN
4. RECURSOS NATURALES
5. TOPOGRAFÍA Y FISIOGRAFÍA

CAPITULO II: GEOLOGÍA

1. GEOLOGÍA REGIONAL
 - 1.1 Estratigrafía
 - 1.2 Rocas Ígneas
2. GEOLOGÍA LOCAL
3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL
4. GEOLOGÍA ECONÓMICA
 - 4.1 Características del yacimiento
 - 4.2 Mineralogía
 - 4.3 Zoneamiento y Paragenesis
5. POTENCIAL DEL YACIMIENTO
6. INVENTARIO HISTÓRICO DE RESERVAS DE MINERAL A DICIEMBRE 2003
 - 6.1 Métodos y criterios de cubicación
 - 6.2 Parámetros de cubicación
 - 6.3 Cubicación de reservas

CAPITULO III: MINERIA

1. GENERALIDADES
2. SITUACIÓN LOCAL
 - 2.1 Explotación

- 2.1.1 Producción
- 2.1.2 Productividad
- 2.2 Preparación
- 2.3 Exploración y Desarrollo
- 3. EXPLOTACIÓN POR TALADRO LARGOS
 - 3.1 Introducción
 - 3.2 Organización de las operaciones
 - 3.3 La tecnología en la innovación de los métodos de explotación
 - 3.4 Método de minado
 - 3.5 Operaciones unitarias
 - 3.5.1 Condiciones de Seguridad – Relaciones Humano Laborales
 - 3.5.2 Perforación
 - 3.5.2.1 Equipos de perforación de producción
 - 3.5.2.2 Equipos de perforación de frentes, desquinces (taladros largos) y sostenimientos.
 - 3.5.2.3 Análisis comparativo de costos de perforación por equipos
 - 3.5.2.4 Evaluación técnica – comparativa de equipós para taladors largos
 - 3.5.2.5 Diseño de la perforación
 - 3.5.3 Voladura Primaria
 - 3.5.3.1 Voladura Secundaria
 - 3.5.4 Acarreo y extracción
 - 3.6 Servicios Auxiliares
 - 3.6.1 Energía eléctrica
 - 3.6.2 Aire comprimido
 - 3.6.3 Ventilación
 - 3.6.4 Bombeo y drenaje
 - 3.6.5 Sostenimiento

CAPITULO IV: PLANTA CONCENTRADORA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

CAPITULO I

GENERALIDADES

1. HISTORIA DEL YACIMIENTO

Una compañía Germano-Chilena. En 1913, realizó trabajos de exploración en la zona de San Rafael, pero se paralizó por motivos de la Primera Guerra Mundial.

Ya en 1946, el Sr. Manuel Gonzáles Polar, hizo algunos denuncios en esta zona y les dio en opción a Mauricio Hochschild y Cía Ltda., quien hizo algunos denuncios exploratorios; pero al no obtener buenos resultados dejó la zona. En 1947, el Sr. Rafael Avendaño, un cateador que trabajaba para el Señor Gonzáles Polar, descubrió la veta principal que afloraba en el área a la cual le pusieron el nombre de San Rafael, en honor al Sr. Rafael Avendaño.

En 1956, el Sr. Gonzáles Polar transfirió parte de sus denuncios de San Rafael a Minas Unión S.A. y en 1958 vendió todas sus propiedades a Lampa Mining Cía. Ltda., esta Cía, realizó en forma intensiva trabajos de exploración, desarrollo y explotación, conjuntamente con otros yacimientos de flotación, que se encuentran en el departamento de Puno, posteriormente se instaló una planta de flotación, extrayéndose concentrado de mineral de cobre.

En 1966, Lampa Mining Cía. Ltda. vende todas sus propiedades a la Casa Grace, formándose la Cía. Minsur S.R.Ltda.

En 1977, MINSUR S.A., adquirió la propiedad de MINSUR S.R.Ltda., se intensificaron las labores de exploración y desarrollo, descubriéndose bolsonadas de estaño de alta ley.

Hoy MINSUR S.A. trabaja en La Mina San Rafael explotando 2500-2800TMD, de mineral de estaño con una ley de cabeza de 5.05%sn, utilizando únicamente el sistema mecanizado con equipos como en perforación, acarreo y extracción de alta tecnología.

2. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

La Mina San Rafael propiedad de la Cía. Minera MINSUR S.A., se encuentra ubicada en el departamento de Puno, Provincia de Melgar, distrito de Antauta.

Sus coordenadas geográficas aproximadas son:

14° 13' 45" Latitud Sur

70° 19' 19" Longitud Oeste

sus coordenadas UTM:

PP. San Rafael (Venus)

N. 8'427,664.054

E. 356,269.901

A. 4,523 msnm (Bocamina principal de la rampa de acceso)

5,299 msnm (parte alta de la mina)

En la actualidad la Mina San Rafael cuenta con los siguientes accesos:

- Vía terrestre: Lima – Arequipa – Juliaca – Tirapata – Mina San Rafael
Cuzco – Sicuani – Santa Rosa – Nuñoa – Aeropuerto San Rafael – Mina San Rafael.
- Vía Aérea: Lima – Juliaca con escala en Arequipa y de Juliaca a la Mina por vía terrestre.

- Finalmente otro acceso es directo por vía aérea de Lima – Mina San Rafael en algunos casos directo Lima – Mina San Rafael o en otros con escala en Arequipa o Juliaca.

3. CLIMA Y VEGETACIÓN

En la Mina San Rafael, prevalece el clima frío, durante todo el año, con muchas variaciones de temperatura.

El clima está dividido en 2 estaciones marcadamente diferentes durante el año, una seca y fría entre abril y noviembre, en esta época se producen las más bajas temperaturas (helada), la temperatura oscila por lo general los 0°C y –15°C, los meses de Junio, julio y parte de Agosto son los meses de las heladas, que las temperaturas llegan a su punto crítico.

La vegetación en la zona es muy escasa debido al clima frío, también se puede decir que la vegetación es muy escasa, porque la mayor parte del Área de la zona, está constituida por afloramientos de roca.

La vegetación de la zona es típica de la región Puna y Cordillera, consta así en su totalidad de plantas como ichu y pastos propios de la zona.

4. RECURSOS NATURALES

La zona no cuenta con recursos vitales de primera necesidad; por lo que los centros de abastecimientos de materiales y otros productos son: Lima, Arequipa, Cuzco, Puno y Juliaca los cuales cada vez cuentan unidas por Buenas carreteras.

Con respecto a la mano de obra, es de muy buena calidad, porque el departamento de puno y específicamente la zona es eminentemente minera.

5. TOPOGRAFÍA Y FISIOGRAFÍA

La cordillera oriental en el sur del Perú esta limitada por el altiplano y la faja subandina, la cual se caracteriza por la presencia de macizos y picos nevados, con cumbres que sobrepasan los 5,000 msnm de altitud los cuales en su mayoría se encuentran cubiertos de nieve perpetua. Esta cadena también es conocida como la Cordillera de Carabaya, un ramal de ésta, es la que contiene el cuerpo mineralógico de San Rafael. El nevado Quenamari presenta dos picos nevados: San Bartolomé de Quenamari que alcanza a una cota de 5,299 msnm y San Francisco de Quenamari, cuya cota es de 5,297 msnm.

El Nevado Quenamari tiene forma semicircular con una topografía empinada en su parte superior y ondulada en la parte inferior.

En la parte alta hay morrenas en los flancos de estos valles los que a su vez han sido disectados por procesos fluvio-glaciares.

CAPITULO II

GEOLOGÍA

1. GEOLOGÍA REGIONAL

En la Cordillera Oriental no se conocen afloramientos del cámbrico, los cuales han podido ser erosionadas o no han sido identificados.

Las rocas del ordovícico se depositaron en una gran cuenca que empieza desde Salta y Jutay (Argentina), pasando a Bolivia en el lado de la Cordillera oriental, penetrando en territorio peruano (J.A. DOUGLAS 1920), reconoció esta formación por una fase flishoide Lutitas, luego se produjo una emersión del Continente, pasando de Lutitas a una serie dentritica de tipo flish, alternando con estratos gruesos de pizarras, determinándose así una edad del cavadociano (ordovícico superior), denotando de esta forma un cambio en el contexto paleográfico de la cuenca paleozoica y posteriormente una total emersión del continente, depositándose así horizontes de tillitas y finalmente una nueva emersión de la cuenca paleozoica en el siluriano, depositándose esquistos, pizarras dando lugar a la formación Ananea.

Luego de esta orogenia, hubo depósitos continentales que están en concordancia angular con los depósitos del Devónico. En este nuevo deposito que es del MISIIANO, se depositaron en la base cuarcitas, dolomitas, en medio de una secuencia marina y en el techo vuelve una secuencia continental compuesta de areniscas y tillitas, lo que indica que se depositó en un ambiente detaico, posteriormente hubo una sumersión (fundimiento), creando un ambiente marino de poca

profundidad, intercalada con cenizas producto de una actividad volcánica tipo explosivo cerca de la zona litoral.

Un nuevo período está marcado por el grupo Copacabana, que es edad Lúmico inferior a medio, se depositaron calizas en un ambiente marino de mediana profundidad por la presencia de areniscas finas, descansa en concordancia al grupo Tarma. A fine de esta formación de sedimentos calcáreos, se produce una segunda orogenia Tardiherciniana que plegó y fracturó fuertemente a los estratos del paleozoico inferior, para dar lugar posteriormente a los depósitos de molasas y depósitos volcano-sedimentos, denominándose a estos depósitos como el grupo MITU, con su correspondiente levantamiento epirogénico.

No se tiene afloramiento del Mesozoco regionalmente, porque tal vez hayan sido erosionadas, pero se sabe que han habido oscilaciones del continente.

1.1 ESTRATIGRAFÍA

La estratigrafía del área de estudio, corresponde a una secuencia de 800 m., de potencia de pizarras y filitas de color gris oscuro, de grano fino con un alineamiento inicial de los componentes.

Esta secuencia está cortada por diques andesíticos y de cuarzo, que poseen un rumbo de N50°W, similar al rumbo de las estructuras mineralizadas, que tienen un rumbo que varia entre N°30°W, y N°40°W.

Un cuerpo intrusivo granodiorítico, se encuentra cortando toda esta secuencia sedimentaria, sufriendo una metamorfosis a pizarras en

las partes mas alejada a contacto y a filitas en las partes mas cercanas.

Esta roca granodioritica se caracteriza por presentar fenocristales de ortosa, plagioclasas, feldespatos y cuarzos; presentando un color gris claro y textura porfiritica.

Con la delimitación del intrusivo, debajo de la superficie y determinad por la identificación litoógica en las labores mineras a diferentes niveles; se concluye que el cuerpo intrusivo granodiorítico que se presenta en la Mina San Rafael, al acercarse a superficie se adelgaza a manera de dique y se inflexiona al NW y llega a superficie coincidiendo con los afloramientos mapeados en superficie.

Esta unidad estratégica, es de carácter informal, porque el piso de esta columna, no ha sido posible determinarlos, mientras que el tipo si, y está conformado por materiales no consolidados que ocupan área representados por resto glaciares y aluviales. En las parte superiores, al puede los nevados la acción de la nieve ha ocasionado la formación de estrías en las superficies lisas, debido al rozamiento y por efecto de gravedad al deslizarse la nieve.

1.2 ROCAS ÍGNEAS

En la región se ha logrado identificar diques andesiticos y de cuarzo que afloran a superficie, cortando perpendicularmente toda secuencia, llegando inclusive al puede el nevado San Bartolomé de Quenamari, los cuales por ser más resistentes al Intemperismo que las rocas adyacentes, han quedado en relieve a manera de crestas, a lo largo de su recorrido.

En la Mina San Rafael, el intrusivo aflora al NW del nevado San Bartolomé de Quenamari, en el nivel 4730 msnm, frente a la antigua planta de cobre, al costado del antiguo hospital y en el trayecto de la carretera que asciende a la antena retransmisora, también en las labores del umbral.

Con excepción de la zona de umbral, los afloramientos no son muy extensos y se manifiestan en una zona única, que es al W del nevado.

2. GEOLOGÍA LOCAL

En la mina San Rafael, la litología que predomina es una secuencia de pizarras y filitas grises oscuras, que afloran en los flancos del nevado Quenamari; el cual posee dos picos: San Bartolomé y San Francisco de Quenamari.

Observando de Sur a Norte, hacia los nevados, se puede seguir una secuencia ascendente de rocas que poseen iguales características, a partir del margen norte de la laguna Choeñocota hasta la superficie de los nevados, la roca es la misma.

En las partes bajas, en superficie son más notorias las pizarras con su característico clivaje y a la vez más afectados por el intemperismo, la edad asignada de pizarras y filitas en el MISISIPIANO y corresponden al grupo Ambo.

Las filitas y cuarcitas del paleozoico inferior, con correlaciones con la formación Sandra, en base a un fósil encontrado en los alrededores del nevado Quenamari y determinado como MICHELINOCEURUS MNAUTILUS del ordovícico superior.

3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El área de la mina San Rafael, ha sido afectada con tectónica herciniana, principalmente por la fase Tardiherciniana, la que ha afectado a los grupos. Ambo, Tarma y Copacabana que no afloran en la zona (AUDEAUD 1969).

Además del levantamiento andino y la intrusión con características del stock, se produjeron. Fracturas, diaclasas y fallas. Algunas han sido rellenadas por soluciones hidrotermales, constituyendo las vetas actuales.

Las vetas se presentan en un sistema más o menos paralelas bien formadas en el cuerpo intrusivo, pero al pasar a las pizarras se ramifican, probablemente debido a la incompetencia de estos últimos a la fracturación.,

La veta San Rafael es una fractura que tiene una longitud aproximada de 4 Kms., de los cuales la mitad está en roca intrusiva y el resto en pizarras y filitas, presenta ramales y lazos cimoides.

Las fracturas se produjeron probablemente debido a su enfriamiento brusco o a los esfuerzos locales producidos por la intrusión ígnea.

Las diaclasas son apreciables en la zona de alteración, en el caso de las pizarras y son perpendiculares al plano de clivaje.

Las tectónicas tardiherciniana andina han delineado los plegamientos, como también los fracturamientos y fallamientos especialmente en el paleozoico, los cuales se caracterizan por fallas inversas, sobrescurriente y pliegues. La tectónica del terciario se manifiesta

principalmente por un fallamiento de dirección NW-SE, que afectan a las intrusiones MIOCENICAS y que muchas veces coinciden con reactivaciones de un fallamiento anterior. Este fallamiento dio lugar a las fracturas preliminares.

4. GEOLOGÍA ECONÓMICA

En la Mina San Rafael, la mineralización se encuentra principalmente como relleno de fracturas y de reemplazamiento en el intrusivo y en grupo ambo, la principal veta en el intrusivo es San Rafael, la cual contiene cobre y estaño.

El estaño y el cobre se extraen de la casiterita y chalcopirita respectivamente como minerales principales, los cuales se encuentran en vetas asociadas a otros minerales que por su ocurrencia en poca cantidad y valorización económica actual, no son considerados económicos.

San Rafael, tiene estructuras mineralizadas como: Andes peruanos, San Germán, María Elena, Pedro, Mariano, San Rafael, Vicente, Patricia, Jorge y Guillermo; todas estas estructuras contienen cobre-estaño.

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL YACIMIENTO

La veta San Rafael, lo mismo que otras estructuras de la zona, son depósitos generados por soluciones hidrotermales, son depósitos generados por soluciones hidrotermales, tanto de relleno de fracturas como de reemplazamiento o sustitución, el modo de formación se debe probablemente a la diferenciación magmática, la cual produce fluidos acuosos, en que la mayoría de los metales se pueden concentrar; estos fluidos al desprenderse del magma, pueden

transportare a través de las diferentes aberturas de las rocas y dejar su contenido mineral en las cavidades emplazadas en el cuerpo intrusivo en la rocas metamórficas, dando lugar a la formación de depósitos hidrotermales (eitermales) de estaño y cobre respectivamente. Existen 3 grupos de vetas principales.

A. VETA SAN RAFAEL

Esta veta principal incluye la veta del mismo nombre, demás las vetas Mariano y Pedro, en una longitud de 3 Kms, tienen varios ramales y en conjunto forman un gran cimoide compuesto.

B. VICENTE UMBRAL

Constituyen una sola veta, tienen una longitud de 3 Km; junto con las vetas Patricia, Jorge, Rosana y Guillermo, forman otro cimoide compuesto.

C. ANDES PERUANOS

La cual incluye las vetas María Elena, Marianela, San Germán, en una longitud de 1,500m.

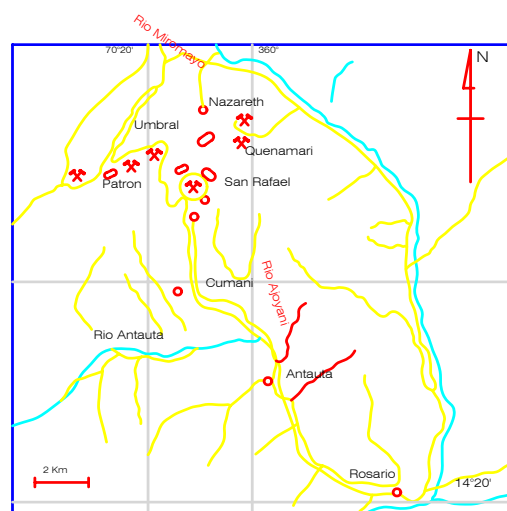
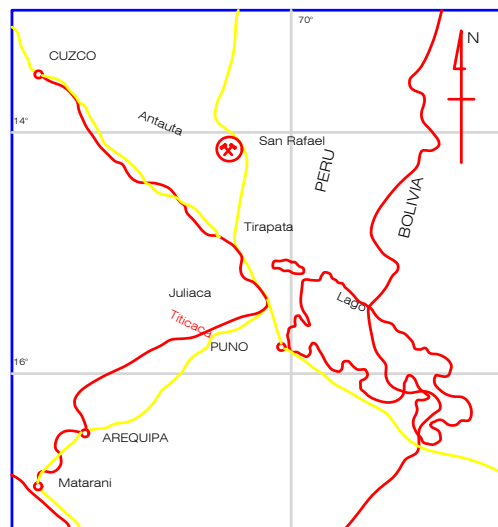
4.2 MINERALOGÍA

Se han considerado cuatro etapas principales de carácter hipogénico en la veta San Rafael, que constituyeron a la secuencia de mineralización (Palma 1981)..

Los minerales económicos principales son: chalcocita y casiterita; y en menor proporción. Galena, esfalerita y tetraedrita.

A. PRIMERA ETAPA

Son vetas de cuarzo y turmalina, comprende vetillas de turmalina, vetas de cuarzo, turmalina y brechas de turmalina sin valores económicos.



DISTRITO MINERO SAN RAFAEL - PUNO

PLANO DE UBICACION

B. SEGUNDA ETAPA

Casiterita botroidal cuarzo-clorita; es el evento más importante de la mineralización, se observa casiterita botroidal de color marrón a negro.

C. TERCERA ETAPA

Calcopirita, estaño en agujas, cuarzo, clorita. La calcopirita está asociada con galena, esfalerita, estannita, pirrotita, arsenopirita, bismuto nativo, cloirita-cuarzo, odulario y casiterita en agujas.

D. CUARTA ETAPA

Vetas recientes de cuarzo-clorita, comprende vetillas de cuarzo y calcita de 3mm a 1.00 cm de ancho. La pirrotita ha sido convertida en marcasita, arsenopirita, pirita y siderita.

El cobre tiene tendencia a desaparecer en profundidad, la mayor riqueza de cobre se halla en los niveles superiores al nivel 4600 msnm, la cual se encuentra asociada al estaño en agujas. Los isovalores indican que los valores varían entre 55 en la parte superior, 1% en la parte intermedia y estará desapareciendo completamente en los niveles interiores, los valores altos corresponden a la zona de oxidación y enriquecimiento supergénico (Mario Arenas, 1980).

4.3 ZONEAMIENTO Y PARAGENESIS

En la veta San Rafael hay un marcado zoneamiento vertical de cobre en la parte superior y estaño en la parte inferior.

El zoneamiento se presenta por una zona superior de zinc, plomo y plata seguida por otra de cobre y en profundidad de estaño, teniendo como foco al intrusivo.

La mineralización se presenta bandeada, masiva, diseminada y brechada, esta ultima engloba varios minerales pre-existentes, lo que indica las diferentes etapas de mineralización. Este brechamiento impide reconstruir la verdadera secuencia de mineralización.

En la veta San Rafael el estaño en agujas llega hasta el nivel 4600msnm, en la parte sur y central, baja bruscamente hasta el nivel 4450 msnm, en su parte norte. Debajo de la zona de estaño en agujas se encuentra el estaño madera de color claro y por debajo de la cumbre del nevado San Bartolomé de Quenamari y hacia el norte aparecen tres cuerpos de brecha mineralizada con estaño botridal. Se pueden apreciar los isovalores de estaño en la misma veta, varían desde 0.54 % en la parte superior, hasta más del 10% en los niveles inferiores.

En lo que se refiere a cocientes metálicos Sn/Cu llegan a 100 y cerca de 200 en la parte norte, zona de mayor riqueza mineral. Los cocientes 50 y 100 tienden a continuar hacia el contacto y en profundidad.

5. POTENCIAL DEL YACIMIENTO

La estructura principal "San Rafael" que tiene un desnivel de 723 mts. Desde la bocamina de la Rampa principal hasta el último nivel 3800 msnm, que son exclusivamente la zona de estaño (veta San Rafael), además otras vetas que se encuentran al piso y techo de San Rafael como: Vicente, Mariano, Jorge.

TOTAL DE RESERVAS DE MINERAL PROBADO - PROBABLE A LA FECHA ES:			
	T.M.S.	% CV	% SN
Mineral de estaño	13'392.645	--	4.99
Mineral de estaño con diamantina	401,685	--	3.89
Mineral de cobre	74,450	3.31	0.56
Mineral de cobre – estaño	109,505	2.80	1.49
TOTAL RESERVAS	13,978,285	0.04	4.91

6. INVENTARIO HISTÓRICO DE RESERVAS DE MINERAL A DICIEMBRE 2003

Las reservas minerales de la mina San Rafael, han sido generadas por todas las labores existentes en la mina; tanto en la veta San Rafael como en otras vetas como muestra el cuadro siguiente.

RESERVAS DE MINERAL POR AÑOS
(cuadro 1)

AÑO	TMS	LEYES	
		% CU	% SN
1967	132,780.00	5.45	-
1968	153,080.00	6.78	-
1969	203,869.00	5.58	-
1970	183,042.00	3.96	1.26
1971	215,739.00	3.27	1.05
1972	212,272.00	3.15	
1973	327,381.00	2.17	1.9
1974	502,675.00	2.4	1.2
1975	672,043.00	2.41	-
1976	703,466.00	1.97	1.63
1977	958,455.00	2.3	2.04
1978	1,325,760.00	1.85	4.81
1979	1,406,085.00	1.67	4.66
1980	1,476,460.00	1.79	4.39
1981	1,470,290.00	4.432	5.08
1982	1,751,055.00	1.5	4.29
1983	2,245,200.00	1.22	3.47
1984	2,745,625.00	0.87	5.66
1985	2,388,205.00	1.11	-
1986	2,331,150.00	1.07	3.48
1987	2,361,675.00	1.04	3.81
1988	2,504,120.00	1.1	4.19
1989	2,942,025.00	0.83	4.2
1990	3,283,045.00	0.86	4.61
1991	4,260,585.00	0.47	5.71
1992	5,831,925.00	0.46	5.18
1993	7,821,535.00	0.32	5.17
1994	8,530,113.00	0.32	5.13
1995	10,647,590.00	0.25	5.14
1996	12,287,280.00	0.25	5.12
1997	13,289,270.00	0.21	5.09
1998	13,700,000.00	-	5.1
1999	14,050,000.00	-	5.01
2000	14,100,000.00	-	5.2
2001	14,200,000.00	-	5.15
2002	14,741,645.00	-	5
2003	13,978,285.00	-	4.91

6.1 MÉTODOS Y CRITERIOS DE CUBICACIÓN

A. MUESTRA

Siendo el muestreo la operación mas importante en la valorización de un deposito mineralizado, se ejecuta sistemáticamente cada dos metros y por canales en todas las labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación, teniendo mucho cuidado en la ubicación y limpieza del canal y en la extracción de la muestras.

La cantidad mínima extraída del mineral es 1.5 kgs/muestra, todos los canales se trazan perpendiculares el rumbo y buzamiento a la veta, los ensayos de todas las muestras, por estaño, cobre y minerales contaminantes son realizados en el laboratorio de la mina San Rafael.

B. DIMENSIONES DEL BLOCK

Se basa en el estudio de "Isovalores" de estaño. Se limitan los blocks de acuerdo a la mayor y menor concentración de mineral económico dentro de dichos clavos mineralizados. La longitud máxima de un block no excede de los 100mts, la altura de los blocks comprendidos entre dos niveles es igual a un quinto y un cuarto de longitud del block. En la mayoría de los casos, se ha tratado de coincidir los blocks de cubicación con los tajeos en explotación.

C. DILUCIÓN

El factor de dilución es igual al cociente entre el ancho promedio de la veta del block y el ancho de minado.

D. LEYES

Se considera una ley altamente errática cuando su valor está por encima de 4 veces el promedio del tramo donde se sospecha altamente errática. Estas muestras son reemplazadas por el promedio de las 3 muestras adyacentes.

E. BUZAMIENTO

Es usado este factor para corregir el tonelaje calculado en planos de proyección vertical y longitudinal. Que varía entre 1.05 – 1.00 para 70° - 90°.

F. CONTINUIDAD

El mineral probado, tiene un coeficiente de certeza igual a 1.00, mientras el mineral probable tiene un coeficiente la certeza de 0.75 al tonelaje.

G. ÁREA

Se Aplican procedimientos geométricos conocidos; cuando los límites de los blocks son irregulares, se acude al uso de instrumentos como los planímetros.

H. VOLUMEN

Es el producto del área, por el avance del minado promedio, para cuerpos de forma piramidal u otras formas geométricas se calcula mediante formulas geométricas correspondientes.

I. GRAVEDAD ESPECIFICA

Para el mineral de la mina San Rafael (CASiTERITA), la gravedad específica considerada es de 3.00 TM/m³, obtenidas en base de las leyes de muestras tomadas de diferentes partes de la mina.

J. TONELAJE

Es el producto del volumen por la gravedad específica y por el factor de continuidad.

6.2 PARÁMETROS DE CUBICACIÓN

- Longitud muestreada – igual a la longitud del clavo mineralizado
- Altura – igual a $1/5$ ó $1/4$ de la longitud del clavo
- Ancho de la veta - ancho promedio de la longitud muestreada
- Leyes de muestreo – ley promedio de cada elemento.
- Área – longitud por altura del block (m^2)
- Densidad – igual a $3.0 \text{ TM}/m^3$ para el mineral IN-SITU
- Factor de dilución – para potencias menores de 1.00 m., diluir a 1.20 m. y para potencias mayores a 1.00 m, se considera un 20% por rotura de cajas.
- Factor de corrección de leyes – para el estaño se considera el 10%
- Factor de buzamiento, varía de 1.00 a 1.00 (70 – 90 grados)

6.3 CUBICACIÓN DE RESERVAS

Las reservas de mineral de la Mina San Rafael, son considerados de la veta San Rafael y otras vetas que son considerados económicos. En la actualidad hay programas agresivos en el Área de exploración y desarrollo, para mantener o continuar con la ganancia de reversas.

CAPITULO III

MINERÍA

1. GENERALIDADES

Se han desarrollado y se desarrollan intensos trabajos de exploración y desarrollo como toda empresa minera con el afán de conocer sus reservas en toda su magnitud por una longitud de 9 km de rampa principal y 800 mts de altura vertical.

Hoy las labores de exploración y desarrollo se realizan exclusivamente en la veta San Rafael que se casiterita (mina de estaño), desde el año 1977 cortan una bolsonada de casiterita con alta ley en el nivel 4666 msnm, fecha en que MINSUR S.A. adquiere la propiedad de MINSUR S.R.Ltda.

2. SITUACIÓN LOCAL

Actualmente la mineralización el yacimiento de la Mina San Rafael es exclusivamente CASITERITA los sulfuros de cobre (calcopirita) ya no tienen presencia económica en los niveles inferiores, como se aprecia en el cuadro 2.

Antes de 1995, la mina estuvo dividido en 2 grandes zonas denominados. Zona de Estaño y zona de cobre divididos por el nivel de extracción convencional 4533 msnm, como se observa en el cuadro 3.

Se puede apreciar la naturaleza de la ocurrencia de la mineralización, niveles superiores al 4666 son exclusivamente de cobre, cobre mas el estaño los niveles inferiores del nivel 4666 el nivel 4533, presentándose el estaño en forma acicular y debajo de nivel 4533 el estaño madera, estaño botroidal y estaño oscuro la veta San Rafael presenta por tramos cuerpos de mineral conocidos como bolsonadas, que se formaron por cambio de rumbo y un fracturamiento lateral convergente, donde da lugar a la formación de CIMOIDES compuestos; a estas bolsonadas se denominó cuerpos. Ore-shoot, Brecha, contacto, etc, con longitudes de 30 a 210 mts y 15 a 45 mts de potencia (ancho).

DISTRIBUCIÓN DE NIVELES EN LA MINA SAN RAFAEL (cuadro 3)

ZONA DE COBRE

NIVELES	DIFERENCIA DE ALTURA (m)	OBSERVACIONES
4927	-	Antigua Labor - Paralizado
4903	24	Antigua Labor - Paralizado
4877	26	Antigua Labor - Paralizado
4820	57	Antigua Labor - Paralizado
4770	50	Antigua Labor - Paralizado
4730	40	Labor de Ventilación del Circuito Principal
4666	64	Labor de Ventilación del Circuito Principal
4600	66	Labor de Ventilación del Circuito Principal
4533	67	Antigua Labor principal de extracción convencional Línea de aire comprimido suministro a la mina, drenaje de agua del bombeo y ventilación.

ZONA DE ESTAÑO

NIVELES	DIFERENCIA DE ALTURA (m)	OBSERVACIONES
4523	10	Rampa principal (-10% gradiente) y acceso y ventilación
4493	30	Labor de servicios, ventilación y ubicación de polvorín central
4450	43	Labor antigua de acarreo y extracción convencional – ventilación
4410	40	Labor antigua de acarreo y extracción- servicios y ventilación
4390	20	Labor de producción – tajeo terminado
4370	20	Labor antiguo de acarreo y extracción – servicios y ventilación
4350	20	Labor antiguo de acarreo y extracción – servicios y ventilación
4330	20	Labor antiguo de acarreo y extracción – servicios y ventilación
4310	20	Actual nivel de extracción y acarreo – explotación
4295	15	Nivel de producción - explotación
4270	25	Nivel de producción - explotación
4250	20	Nivel de producción - explotación
4225	25	Nivel de producción - explotación
4200	25	Actual nivel principal de extracción y acarreo – explotación
4175	25	Nivel de producción – preparación
4150	25	Nivel de producción – preparación
4125	25	Nivel de producción – preparación
4100	25	Próximo nivel de extracción y acarreo – preparación
4050	50	Labor de exploración y desarrollo
4000	50	Labor de exploración y desarrollo
3950	50	Labor de exploración y desarrollo
3900	50	Labor de exploración y desarrollo
3850	50	Labor de exploración y desarrollo
3800	50	Labor de exploración y desarrollo
3750	50	Labor de exploración y desarrollo

Diferencia de cota: 1177 mts

2.1 Explotación

Es el área mas importante; es el área que aporta hoy casi el 100% de mineral a la planta, exclusivamente el mineral (casiterita) en la veta San Rafael, mediante el método de tajeo por subniveles (sublevel-stoping).

2.1.1 PRODUCCIÓN

La producción en San Rafael se ha desarrollado con una marcada tendencia ascendente y como consecuencia significa una permanente preocupación por la introducción de nuevos equipos de mayor performance, métodos y sistemas modernos; para lograr este objetivo, como referencia se tiene información a partir del año 1956 (cuadro 4)

ESTADÍSTICA DE VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA MINA

AÑO	TMD	MÉTODO DE EXPLOTACIÓN
1955	30	P
1962	50	C
1969	230	C
1976	350	C
1980	600	CM
1985	800	CM
1990	1000	CM
1995	1500	M
1997	1600	M
1999	2500	M
2001	2500	M
2003	2600	M

Donde: P palaqueo

- C convencional (shirinkage – rieles)
- M mecanizado (sub-levelstoing – trackless)

2.1.2 PRODUCTIVIDAD

El continuo incremento de la producción conlleva a un incremento directamente proporcional del personal, si se quisiera continuar con los mismos equipos convencionales, métodos y sistemas como se ha mencionado, la mejora de la productividad se logró con la mecanización de las operaciones unitarias.

1980, año en que inicia un real y efectivo proceso de mejoras y cambios en los métodos y sistemas de trabajo como se puede ver el cuadro 5.

Año	Personal	Producción (TM)	Productividad (TM/HG)	Ley de cabeza
1980	144	150,141	3.47	3.5
1981	155	166,915	3.48	3.5
1982	157	166,915	3.55	3.4
1983	148	167,632	3.61	3.45
1984	146	202,429	3.82	3.35
1985	145	188,393	3.52	3.45
1986	142	229,783	3.84	3.15
1987	144	250,165	3.86	3.1
1988	140	200,519	3.81	3.14
1989	131	225,671	4.01	3.28
1990	122	216,271	5.26	3.48
91	118	259,521	6.54	3.5
1992	113	305,793	8.96	3.2
1993	114	321,194	9.30	3.2
1994	107	356,106	9.57	3
1995	112	421,551	15.18	3
1996	104	497,901	13.51	6
1997	96	520,000	16.18	5.5
1998	87	650,000	22.50	5.25
1999	75	722,611	30.00	5.25
2000	70	750,000	41.00	5.15
2001	69	765,000	42.00	5.2
2002	65	842,100	43.88	5.1
2003	60	860,000	45.00	4.95

*** *Proyectado***

2.2 PREPARACIÓN

Las labores de preparaciones realiza la contrata. ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS S.A. (AESA – MINING). Desde el nivel 4175 al nivel 4100 con una sección de: 6 x 4m² de sección, los niveles inmediatos que la contrata está ejecutando están descritas en el cuadro 3.

Las labores que se prepara son. Galerías, by pass, estocadas de acarreo, rampas de acceso entre niveles de producción para la explotación selectiva.

LABORES DE PREPARACIÓN

LABOR	SECCION (M ²)	OBSERVACIONES
Rampa principal 4523	5.00 x 4.00	CONCLUIDA
Rampa para explotación selectiva	3.50 x 3.00	DEL NV100 AL NV125
Galerías (subniveles)	6.00 x 3.80	NV125
By pass en los niveles de extracción	6.00 x 3.80	NV100
Galerías de exploración (convencional)	2.40 x 2.40	NV 3950
Chimenea de ventilación	2.00 x 1.50 2.40 x 1.50	NV4000
Desquiches		Pilares etc.
Varios		Subest-electr. – cámaras de bombeo, etc.

Hoy se esta preparando 4 labores de preparacion inmediatos, del nivel 4175 al nivel 4100 para la explotación por taladros largos, de acuerdo a la naturaleza y condiciones de la veta San Rafael hasta el nivel 4100 que será el próximo nivel de extracción como se observa en el siguiente cuadro.

Actualmente los trabajos de la contrata se distribuyen de la siguiente manera:

- 59% Exploraciones
- 30% Preparaciones
- 9% Desarrollos
- 2% Proyectos Servicios

LABOR	Dhv(m)	OBSERVACIONES
4175	-	Nivel de producción – preparación
4150	25	Nivel de producción – preparación
4125	25	Nivel de producción – preparación
4100	25	Nivel principal de extracción – preparación

Empleándose en la perforación jumbos de 2 brazos cuya evolución es la siguiente:

AÑO	TIPO	MARCA	MODELO	PERFORADORA
1979	Neumático	Jarvis clark	MJM – 20B	Tamrock e400t
1982	Electrohidráulico	Atlas	Boomer–	Cop 1032
1990	Electrohidráulico	Copco	H115	Cop 1032
1994	Electrohidráulico	Atlas	Boomer–	Cop 1238 ME
1998	Electrohidráulico	Copco	H127	Cop 1238 ME
2003	Electrohidráulico	Atlas	Boomer–	Cop 1238 ME
		Copco	H282	
		Atlas	Boomer–	
		Copco	H282	
		Atlas	Boomer–	
		Copco	H282	

RESUMEN DE COSTOS MINA

	2003	2004
Sostenimiento	0.35 \$/TM	0.35 \$/TM
Extracción	1.10 \$/TM	1.10 \$/TM
Acarreo	1.12 \$/TM	1.12 \$/TM
Perforación	0.95 \$/TM	0.95 \$/TM
Voladura	0.85 \$/TM	0.85 \$/TM
Relleno en pasta	0.00 \$/TM	4.00 \$/TM
TOTAL	4.37 \$/TM	8.37 \$/TM

2.3 EXPLORACIÓN Y DESARROLLO

Las labores de exploración y desarrollo también realiza la contrata ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS (AESA – MINING).

Se ejecuta la rampa principal 4523, el nivel 3950, 3900, 3850, 3800 y el nivel 3750 (último nivel de la mina).

Paralelamente del avance de la rampa principal, se desarrollan las galerías, cortadas para el avance de la veta San Rafael, Diagonal, Vicente y Jorge que lógicamente tiene resultados positivos que incrementa reservas de mineral de yacimiento,

Las labores de exploración, desarrollo y perforación diamantina son controlados por el departamento de geología de MINSUR S.A.

Los trabajos de perforación diamantina también es ejecutado por el Contrata minera del HILL (MDH), con los equipos:

Explorer Plus	con un alcance de 150 mts.
Explorer JUnior	con un alcance de 100 mts.
JKS 18	con un alcance de 800 mts.

3. EXPLOTACIÓN POR TALADRO LARGOS

3.1 INTRODUCCIÓN

MINSUR S.A. cumpliendo parte de una estrategia integral, el aumento permanente de sus eficiencias y reducción de costos, así como el incremento progresivo de su producción y la productividad,

conociendo las disponibilidad de reservas de mineral y las condiciones geológicas de la veta San Rafael, obligan a MINSUR S.A. a buscar el método de explotación de mayor eficacia concorde con las características de yacimiento (vetas y cuerpos) expresada en términos de maximizar la producción y la productividad y minimizar los costos operativos.

Como se sabe con el método SHIRINKAGE con perforación convencional, la que paulatinamente se ha ido mejorando, en razón de un mayor reconocimiento del yacimiento, el cual fue posible con la introducción de nuevos equipos que permitan mejorar las eficiencias en la perforación y la incorporación de personal calificado de mando medio, con entrenamiento periódico con el objeto de determinar los puntos fuertes y débiles del rendimiento y corregir aquellos que pueden disminuir su efectividad.

En la actualidad, el minado de tajeos es por método de explotación es tajeo por subniveles (sub level stoping); dada la morfología del yacimiento, distribución de leyes y las características del macizo rocoso de la estructura mineralizada como de rocas encajonantes.

3.2 ORGANIZACIÓN DE LAS OPERACIONES

La unidad de San Rafael, MINSUR S.A. a través de los años ha realizado cambios en los esquemas de su organización operacional, acorde con el crecimiento de su producción y los adelantos tecnológicos en sus operaciones.

Se tiene como base una Gerencia de operaciones, siempre dispuesta a los cambios que tengan que ver con el desarrollo y modernización de nuestro yacimiento las operaciones en la mina se llevan de una manera dinámica y con la participación de todos sus

profesionales y técnicos a sean mineros, geólogos, mecánicos, electricistas, etc, existiendo disciplinas una permanente coordinación entre áreas que nos permita solucionar inmediatamente los problemas de la operación.

3.3 LA TECNOLOGÍA EN LA INNOVACIÓN DE LOS MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN

La tecnología a través del empleo de equipos mecanizados modernos en las operaciones, ha tenido un rol preponderante en la mejora de la productividad en el Área mina. Esto debido a que a partir del año 1990, con la definición de la presencia de los cuerpos mineralizados se empieza a estructurar nuevos métodos de minado, basados en la mecanización, los cuerpos mineralizados representan el 85% de las reservas de mineral de estaño.

3.4 MÉTODO DE MINADO

El método de explotación inicial fue el Shrinkage dinámico convencional con la perforación de gradines horizontales hasta el año 1984; a partir del cual se introduce la perforación vertical.

En 1990, se introduce por primera vez la perforación de taladros largos con el equipo Long Hole Wagon Drill (ATLAS – COPCO) y en el año 1992, se toma la decisión de introducir aplicar el método de explotación “Sub Level stoping”, cambiándose de esta manera el método tradicional de explotación.

Pensando permanentemente en las eficiencias y reducción de costos, así como en el incremento productivo, se hizo una análisis y una evaluación técnico – económico de las operaciones en la mina, y se determino reemplazar totalmente los métodos convencionales.

Las acciones se orientan entonces a lograr la aplicación de la mecanización en la perforación, mediante la utilización de taladros largos, lo que implicaba el cambio total del método de explotación, eligiéndose el método de Sub Level Stopping con la variante Large Blast Hole (L.B.H.) que es la aplicación de los principios de voladura a cielo abierto a la explotación subterránea.

Este método es empleado en yacimientos que tiene una roca encajonante dura, como en el caso nuestro; y su ventaja es que la productividad puede mejorar continuamente, según los resultados que se vayan obteniendo. Esto permite optimizar la relación directa entre la mecanización la productividad.

**PARÁMETROS A CONSIDERAR EN EL MÉTODO DE SUB LEVEL STOPING
EXPLORACIÓN SUBTERRÁNEA**

Altura de tajeo (m)	80
Altura de subniveles (m)	20
Ancho de tajeos en veta (m)	2.00 – 6.00
Ancho de tajeos en cuerpos (m)	15.00 – 40.00
Longitudes de tajeo (m)	50.00 – 200.00
Sostenimiento temporal en cuerpos (mxm)	pilares de 6.0 x 6.0 x 10 x 5
Sostenimiento en caja techo	pernos cementados
Producción mensual de tajeos (TMS)	76,500

Se considera 2 niveles principales cada 40 mts. y el subnivel cada 20 mts del nivel principal, ya sea el nivel principal superior o nivel principal inferior.

El método en mención es apropiado para cuerpos mineralizados no muy inclinados (buzamientos mayor de 50°), puesto que se basa en la gravedad para que el mineral escurra hacia los niveles inferiores o de extracción.

3.5 OPERACIONES UNITARIAS

3.5.1 CONDICIONES DE SEGURIDAD – RELACIONES HUMANO LABORALES

Uno de los logros importantes en la unidad San Rafael, es la identificación plena con la seguridad desde el Directorio hasta el trabajador mas humilde que trabaja para MINSUR, más aun desde la implementación del sistema DUPONT que incide en la práctica de actitudes positivas del hombre.

Actualmente es una práctica diaria a todo el personal los conceptos de:

- Conocimiento de los PTS (procedimiento de trabajo seguro)
- Trabajador activo invaluable dentro de la empresa
- Identificación y eliminación inmediata de las condiciones subestandares.
- Orden y limpieza como condición previa a la iniciación del trabajo
- Trato adecuado a los equipos
- Participación en la planificación de los trabajos en equipo
- Difusión de conceptos como: valores, autoestima, etc.

- La práctica de las actitudes positivas dentro y fuera de la empresa

En la actualidad la unidad cuenta con el departamento de capacitación además constantemente son invitados profesionales con amplia experiencia en la capacitación de: EsSalud, Ministerio de Energía y minas y empresas privadas como PIGMALEON, LONDON CONSULTING GROUP, BO CONSULTING BUSINESS OPTIMATION, etc.

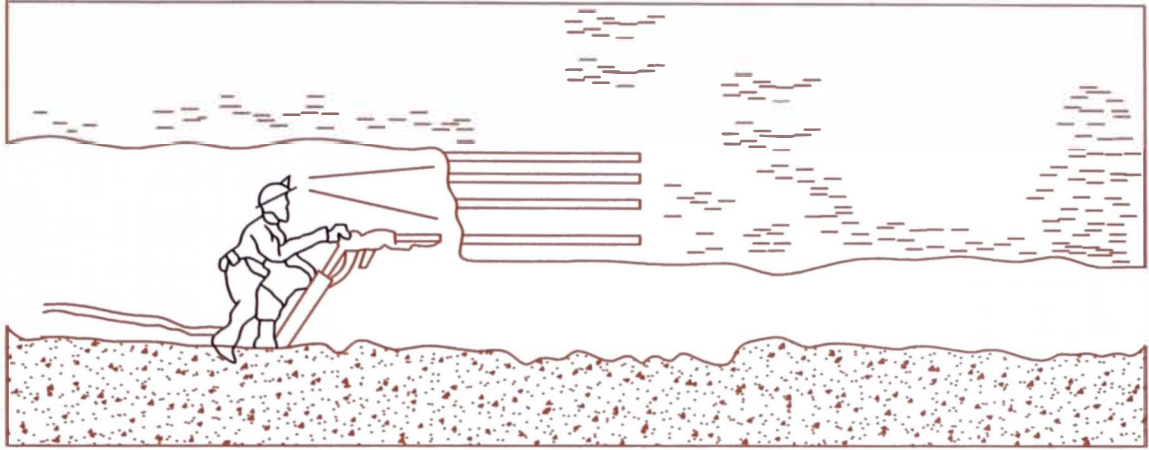
La constancia en la práctica y respeto a las normas y procedimientos seguro de trabajo aunados a una actitud positiva del personal, hacia el aprendizaje permite obtener resultados satisfactorios tanto en seguridad como en los aspectos técnicos.

3.5.2 PERFORACIÓN

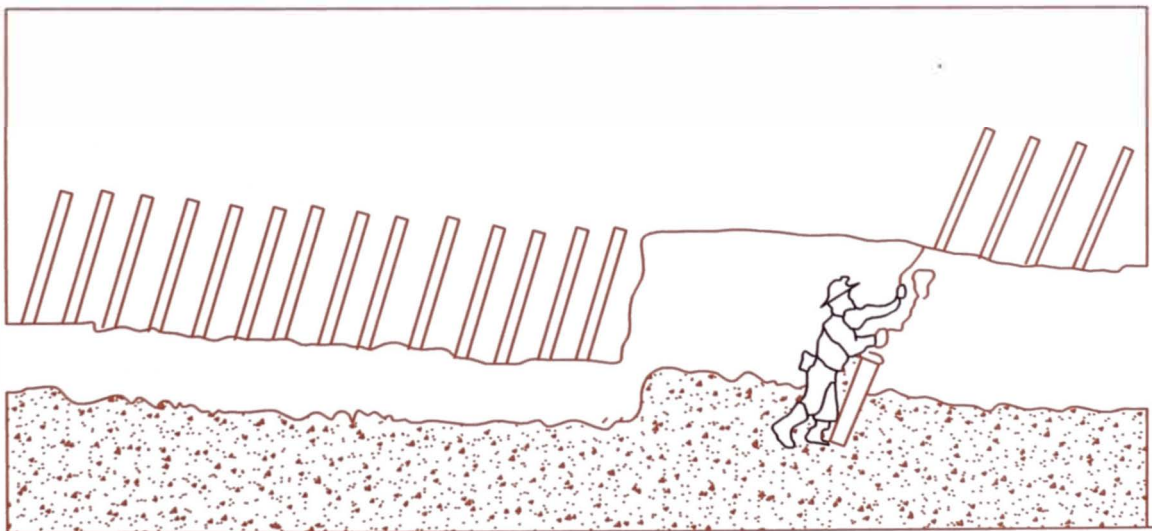
Esta operación unitaria es el primer paso para obtener buenos resultados en las operaciones subsiguientes sobre todo taladros de 20, 25 y 30 mts de longitud, se tiene que perforar con eficiencia y criterio técnico con personal adecuado. La perforación y voladura de un punto de vista técnico – económico, es la columna vertebral de casi todas las operaciones referidas a voladura de rocas.

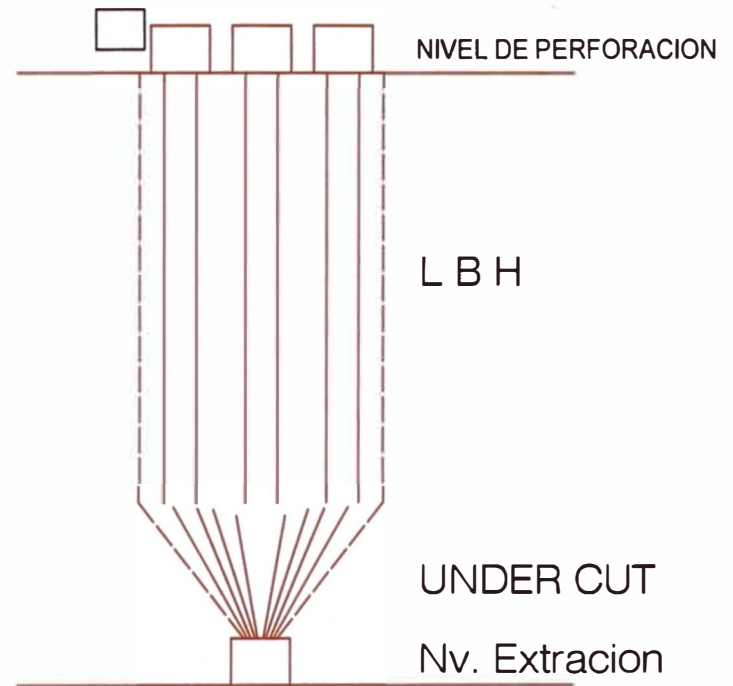
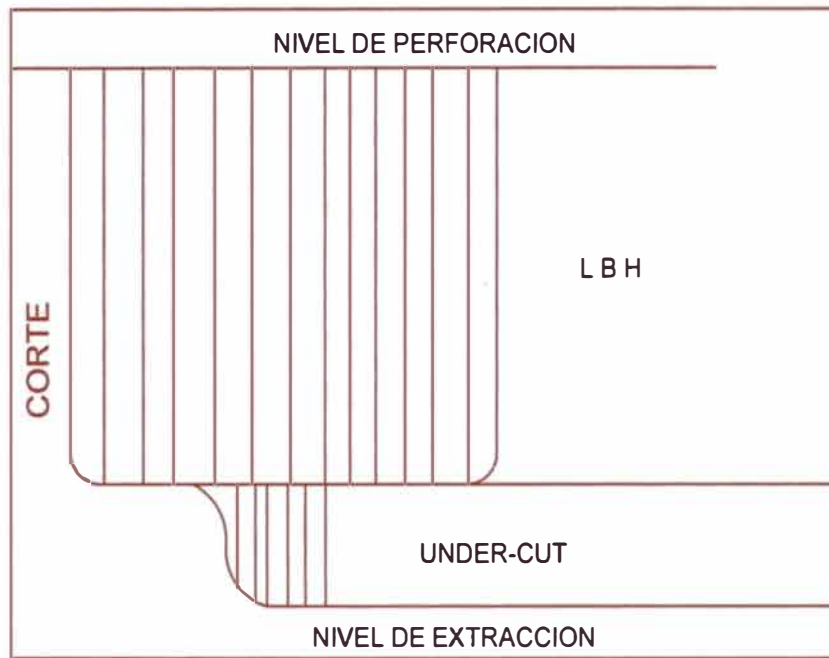
EVOLUCIÓN DE LOS EQUIPOS DE PERFORACIÓN

PERFORACION GRADINES



PERFORACION VERTICAL





3.5.2.1 EQUIPOS DE PERFORACIÓN DE PRODUCCIÓN

AÑO	TIPO	MARCA	MODELO	PERFORADORA	DIÁMETRO TAL.	RPM
1983	Neumático	Atlas Copco	JackLegBBC-16w	BBC-16w	39 mm	
1985	Neumático	Atlas Copco	Long Hole wagon Drill	BBC-120F	2 ½"	
1988	Neumático	Atlas Copco	Long Hole wagon Drill	BBC-120F	2 ½"	
1994	Neumático	Drillco Tools	DTH-Tunel 60	Topo - 3	3 ¾"	
1994	Neumático	Atlas Copco	Simba - H157	Cop 1238 ME	2 ½" - 3.0"	
1998	Neumático	Electrónico PLC	Simba - H1354	Cop 1838 Mex	3.0" - 3.5"	
1998	Neumático	Atlas Copco DTH	Mustang A32CB	Cop 34, cop 44, Cop 54	4.5" 3 5/8", 3 ¾", 4.5", 6.0"	

3.5.2.2 EQUIPOS DE PERFORACIÓN DE FRENTES, DESQUINCHES (TALADROS LARGOS) Y SOSTENIMIENTOS.

Equipos de perforación de frentes, desquinches y sostenimiento (Jumbos de 2 brazos)

AÑO	TIPO	MARCA	MODELO	PERFORADORA
1979	Neumático	Jarvis clar	MJM -20 B	Tamrock E400T
1982	Electrohidraulico	Atlas copco	Boomer-H115	Cop 1032
1990	Electrohidraulico	Atlas copco	Boomer-H127	Cop 1032
1994	Electrohidraulico	Atlas copco	Boomer-H282	Cop 1238 ME
1998	Electrohidraulico	Atlas copco	Boomer-H282	Cop 1238 ME
2003	Electrohidraulico	Atlas copco	Boomer-H282	Cop 1238 ME

**PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EXPLOTACIÓN LARGE
BLAST HOLE (LBH)**

Altura de tajeo (m)	20.0
Altura de tajos en vetas (m)	2.5 – 6.00
Ancho de tajos en cuerpos (m)	6.0 – 45.0
Longitudes de tajos	50.0 – 200.0
Sostenimiento de caja techo	pernos cementados de 3.0 m
Sostenimiento temporal en cuerpos	pilares de 10 x 5m ²
Restablecimiento del equilibrio proyecto	vacio abandonado, relleno en
Maciso rocoso	buena
Malla perforación Simba-H157	1.60 x 2.00 ↑ 2.5 x 2.7 ↓
Malla perforación Simba-H1354	3.0 x 3.0 ↓ 2.7 x 3.0 ↑
Malla perforación DTH – T60	2.70 x 3.00 m ↓
Malla perforación Mustang – A32CB	2.70 x 3.00 m ↓
Diámetro de perforación Simba H157	2 ½" ↑ y 3.0" ↓
Diámetro perforación Simba-H1354	3.02 ↑ y 3 ½" ↓
Diámetro perforación DTH – T60	3 ¾" ↓
Diámetro perforación Mustang – A32CB	3 ¾" y 3 5/8" ↓
Índice de perforación Simba H157 (TMS/M)	7.15 ↑ y 16 ↓
Índice de perforación Simba-H1354 (TMS/M)	10.00 ↑ y 17 ↓
Índice de perforación DTH – T60 (TMS/M)	13.00 ↓
Índice de perforación Mustang – A32CB (TMS/M)	14.00 ↓
Producción mes tajos (TMS)	78,000
Producción mes preparaciones (TMS)	3000
Malla de perforación LHWD	1.2 x 1.2 ↑
Diámetro de perforación LHWD	2.0"
Índice de perforación LHWD	5.0

3.5.2.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE PERFORACIÓN POR EQUIPOS

CARACTERISTICAS	KACKLEG BBC-16W	LHWD	DRTH-T60	SIMBA H157	SIMBA – H1354	MUSTANG – A32CB
	NEUMATICO	NEUMATICO	NEUMATICO	ELECTRO HID. ELECTRONICA	ELECTRO HID. ELECTRÓNICO - PIC	NEUMÁTICO - ELECTROHIDRAULI CO
Inversión U.S.A \$	5.105	50,800	120,000	428,243	863,337	250,000
Longitud de barra (m)	2.38	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5
Diámetro de broca (mm)	39.00	50	95	64	88	95
Longitud de taladro (m)	2.28	23	25	25	25	25
Rendimiento (MTS/turno)	39.00	48	30	90	132	45
Disponibilidad mecánica (%)	85	85	85	85	85	85
Capacidad mensual (m)	2700	3600	2250	7500	8400	3500
Índice de perforación (TMS/M)	1.73	5	13.4	7.00 – 14.00	10.00 – 16.00	14.00
Personal operación/máquina	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Costo de operación (\$/m)	1.94	5.18	11.34	7.16	10.00	11.50
Costo de perforación (\$/TM)	1.12	0.86	0.60	0.89	0.80	0.82

3.5.2.4 EVALUACIÓN TÉCNICA – COMPARATIVA DE EQUIPOS PARA TALADROS LARGOS

CARACTERÍSTICAS FABRICANTE	EQUIPOS			
	DT-T60	SIMBA-H157	SIMBA-H1354	MUSTANG-A32CB
	DRILLCO-TOOLS	ATLAS COPCO	ATLAS COPCO	ATLAS COPCO
Peso equipo (KES)	2250	7000	13500	6850
Altura traslado	2.50	3.00	3.70	2.70
Altura perforación	3.00	3.00	3.80	3.00
Ancho galería transporte	2.50	3.00	3.60	3.00
Longitud de barra	1.50	1.50	1.50	1.50
Unidad de potencia	295.00	52.00	63.00	300
Tipo de avance	Cadena	Iston	PISTON	CADENA
N° de barras carrusel	Sin carrusel	Sin carrusel	27	Sin Carrusel
Giro de tornamesa	360°	360°	360	360°
Stinger	1	2	2	2
N° de gastas	2	4	4	4
Diámetro de perforación (mm)	95	64	88	95
Medidor electrónico de ángulos	No	No	SI	NO
Perforadora	Topo 3	Cop1238 ME	COP1838MEX	COP34, COP44, COP54
Peso perforadora (Kgs)	22	151	230	30
Torque máximo	74	700	980	150
Energía de impacto	10	15	20	20
Frecuencia de golpes	2500	2400-3600	2280 - 2880	2500

CARACTERÍSTICAS FABRICANTE	EQUIPOS			
	DT-T60	SIMBA-H157	SIMBA-H1354	MUSTANG- A32CB
	DRILLCO- TOOLS	ATLAS COPCO	ATLAS COPCO	ATLAS COPCO
Percusión de reversa	No	No	SI	NO
Deslizadera (2 taladros / posición)	No	no	SI	NO
Barrido semihumedo	No	Si	SI	NO
Transmisión			Power shift	
Longitud de cable de alimentación EE.EE.	No tiene	50m	120 m	30 m
Frenos de servicio			Disco sumergido	
Frenos de seguridad			Disco preaplicado	
Tamaños de neumáticos	No tiene	10.0 x 20	12.0 x 20	No tiene
Velocidad de traslado		13 km/hora	13 km/hora	
Posición del operador en traslado		Sentado	Sentado	
Posición de aire	250PSI	130 PSI	130 PSI	250 PSI
Consumo de agua		2 litros / seg	2litros / seg	5 litros / seg
Presión de agua		10 bares	15 bares	10 bares
Presión de operación		220 bares	230 bares	150 bares
Velocidad de rotación		300 rpm	Hasta 150 rpm	120 rpm
Presión de percusión		180 bares	250 bares	250 bares
Presión de rotación		50 bares	50 bares	50 bares
Presión de avance		70 bares	70 bares	60 bares

1 KW = 1.341 HP

RPM PARA DIFERENTES DIÁMETROS DE BROCA Y PERFORADORAS

ϕ broca (mm)	Cop 1550 (rpm)	Cop 1238ME (rpm)	Cop 1838 MEX (rpm)	TOPO3 (rpm)	COP34 (rpm)	COP44 (rpm)	COP 54 (rpm)
64	112	134	174				
76	96	112	146				
89	81	97	126				
102	71	84	109				
115	63	75	97				
95	-	-	-	90	90	80	-
152(6")	-	-	-				70

- La velocidad de rotación debe ser generalmente lo mas bajo posible sin que se empeore la velocidad de perforación, y así obtener mejores resultados en la perforación.
- Todo equipo de perforación lleva incorporado una perforadora desde lo elemental hasta el tipo o modelo de perforadoras mas avanzadas que se conoce en la actualidad los equipos de perforación de la tecnología de punta llevan incorporadas también perforadoras de gran performance.
- La perforación ya sea que se realice a mano ó maquina antigua, moderna, se basa siempre en un mismo principio, ósea el de un barreno con filos cortantes que es golpeado y girado en forma

continua, de tal manera que cada golpe produzca un corte en la roca en diferentes posición; el resultado final será un taladro cuyo diámetro será igual al diámetro máximo del filo cortante.

3.5.2.5 DISEÑO DE LA MALLA DE PERFORACIÓN

Para el diseño de la malla de perforación existen distintos modelos matemáticos que nos proporcionan valores aproximados, requiriéndose para esto, conocimiento de las características físico-mecánicas de las rocas, explosivos, resistencia a la tensión, compresión, elasticidad, etc. Estas variables estocásticas puede ser clasificadas en:

VARIABLES NO CONTROLABLES

- Características geomecánicas del macizo rocoso
- La geología regional, local y estructural
- La hidrológica
- Los aspectos geotécnicos

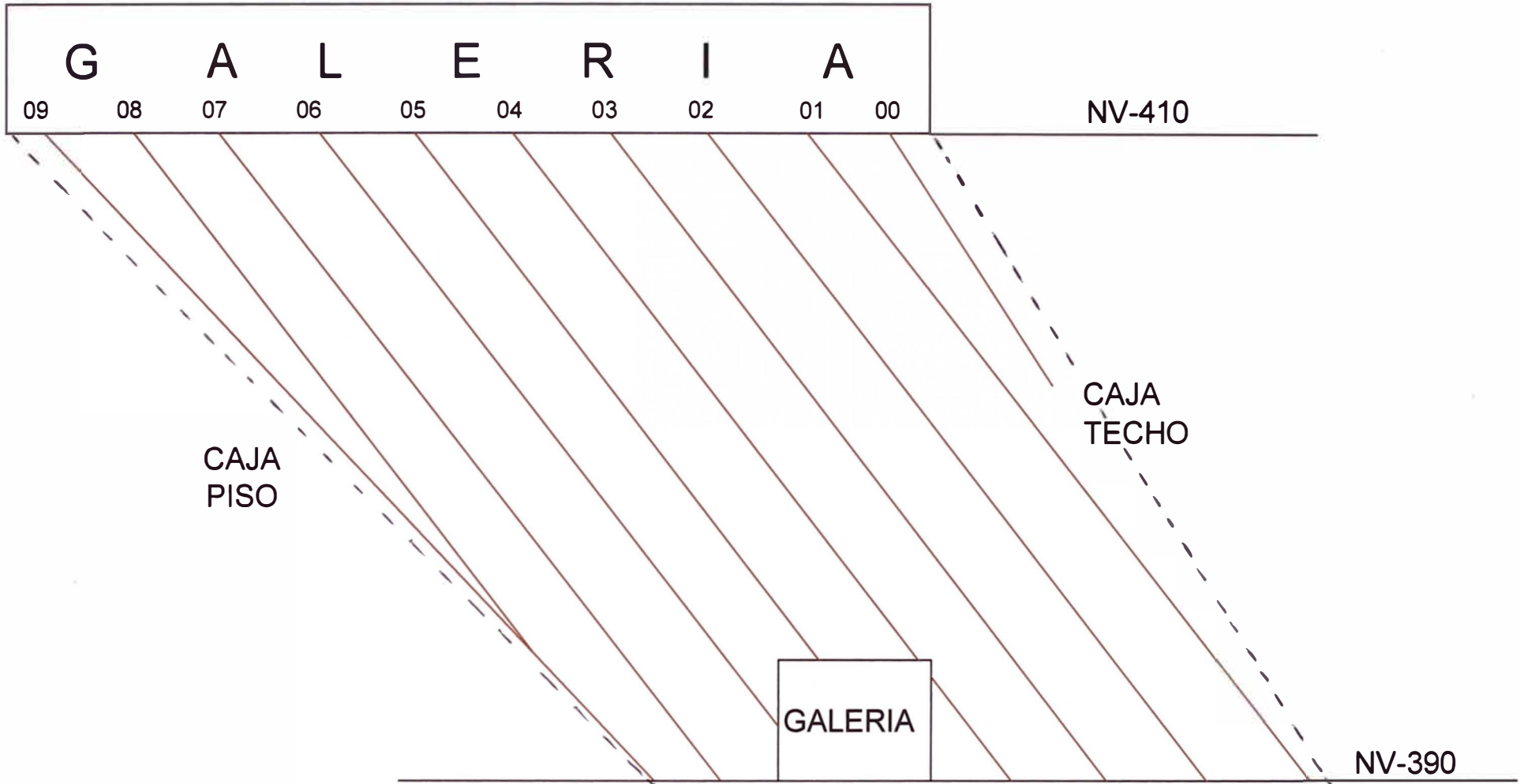
VARIABLES CONTROLABLES

a) Geométricas

- Burden
- Espaciamiento
- Diámetro de taladro
- Longitud de carga
- Longitud de taco
- Longitud del taladro, etc.

b) Explosivo

- Densidad
- Presión de detonación



NV-410

CAJA
PISO

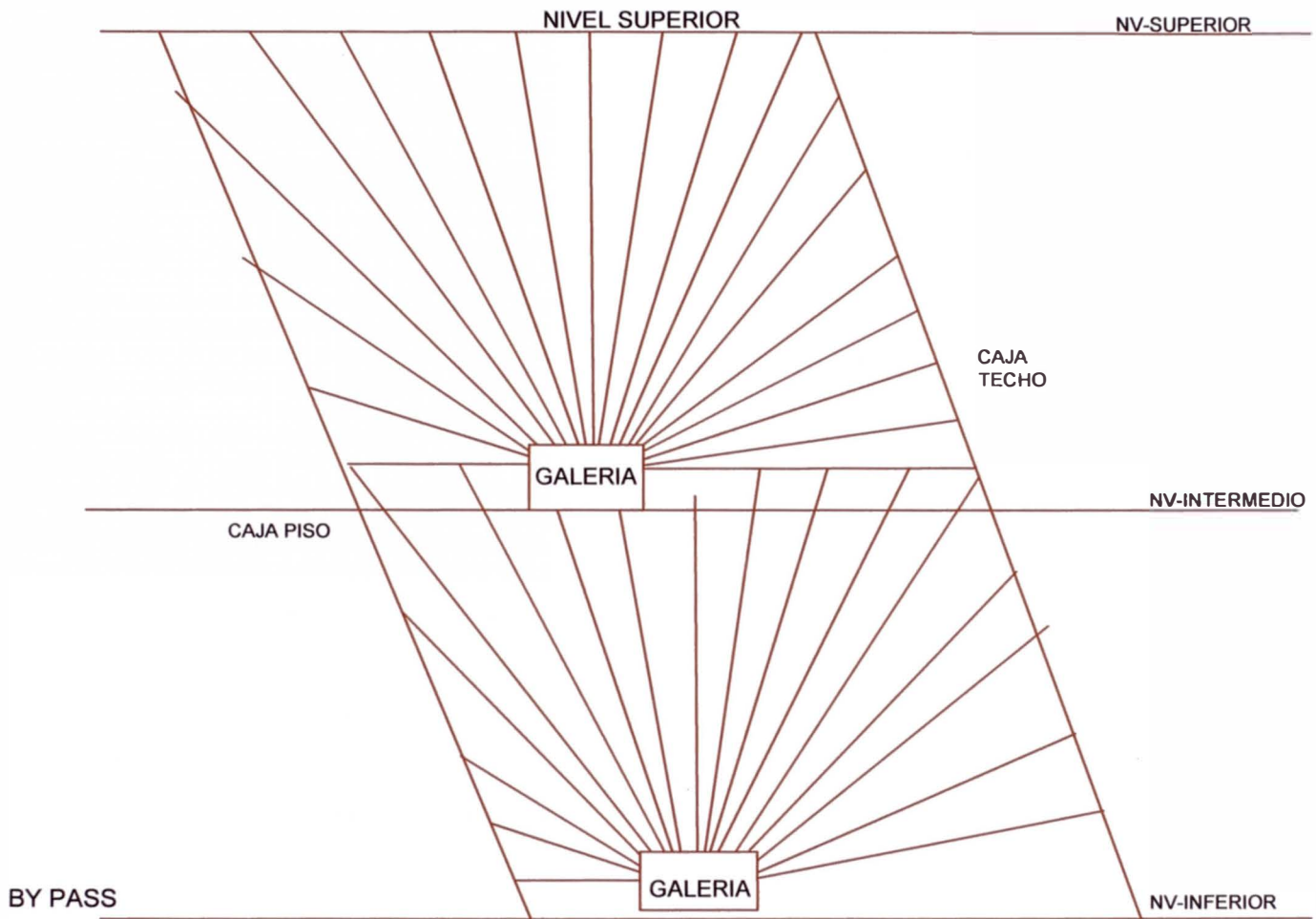
CAJA
TECHO

GALERIA

NV-390

SECCION 05
PERFORACION PARALELA c/DTH-T60
T: 370-36N (NV-410)
ESCALA: 1/200

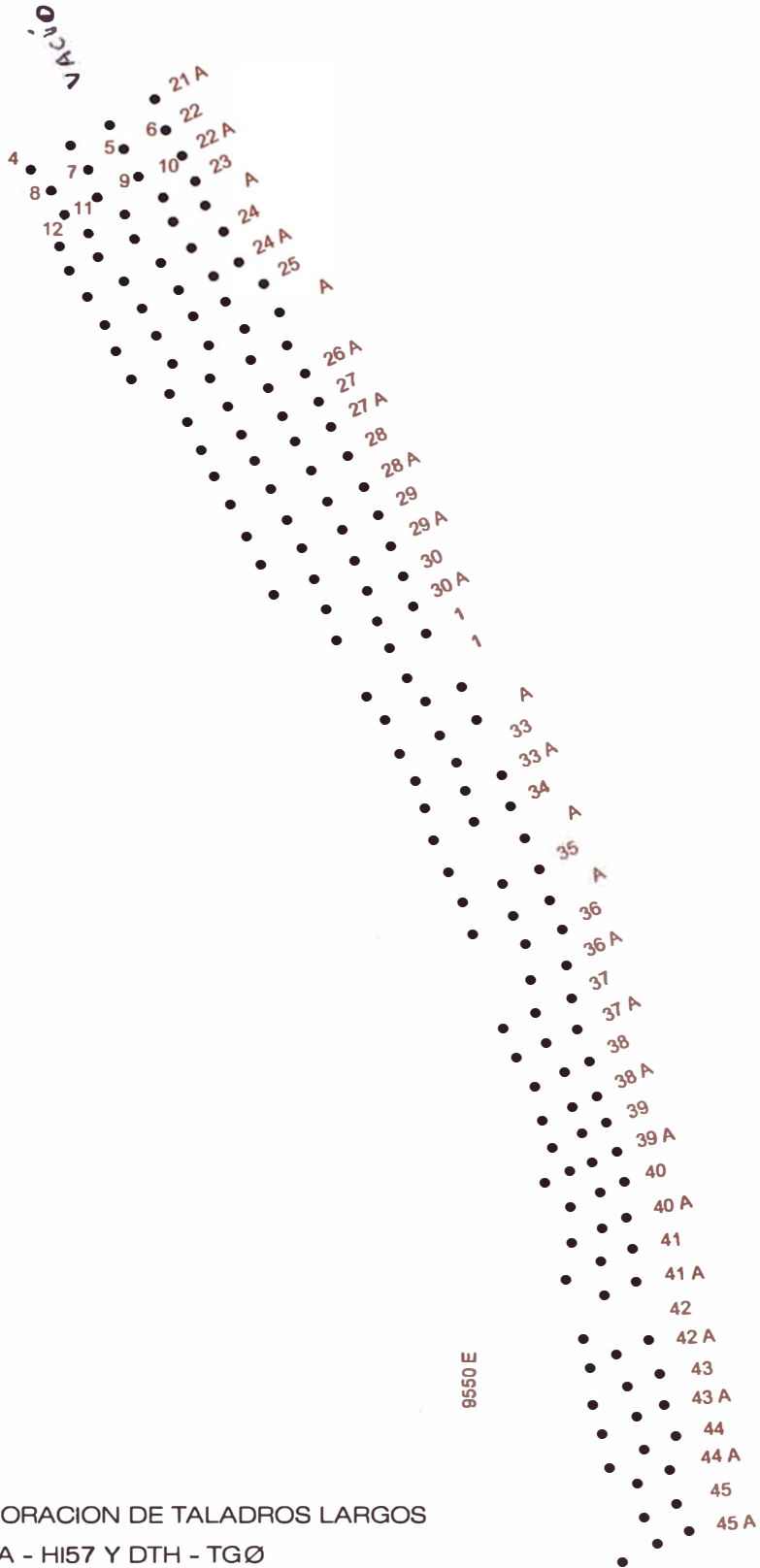
PERFORACION RADIAL EN CUERPOS



DATOS:

BURDEN:	1,5m
ESPACIAMIENTO	2,0m
DIAMETRO DE LOS TALADROS:	2 1/2"
EQUIPO:	SIMBA H-157
LONGITUD DE TALADROS	VARIABLES

11600 N



11550 N

11500 N

9500 E

9550 E

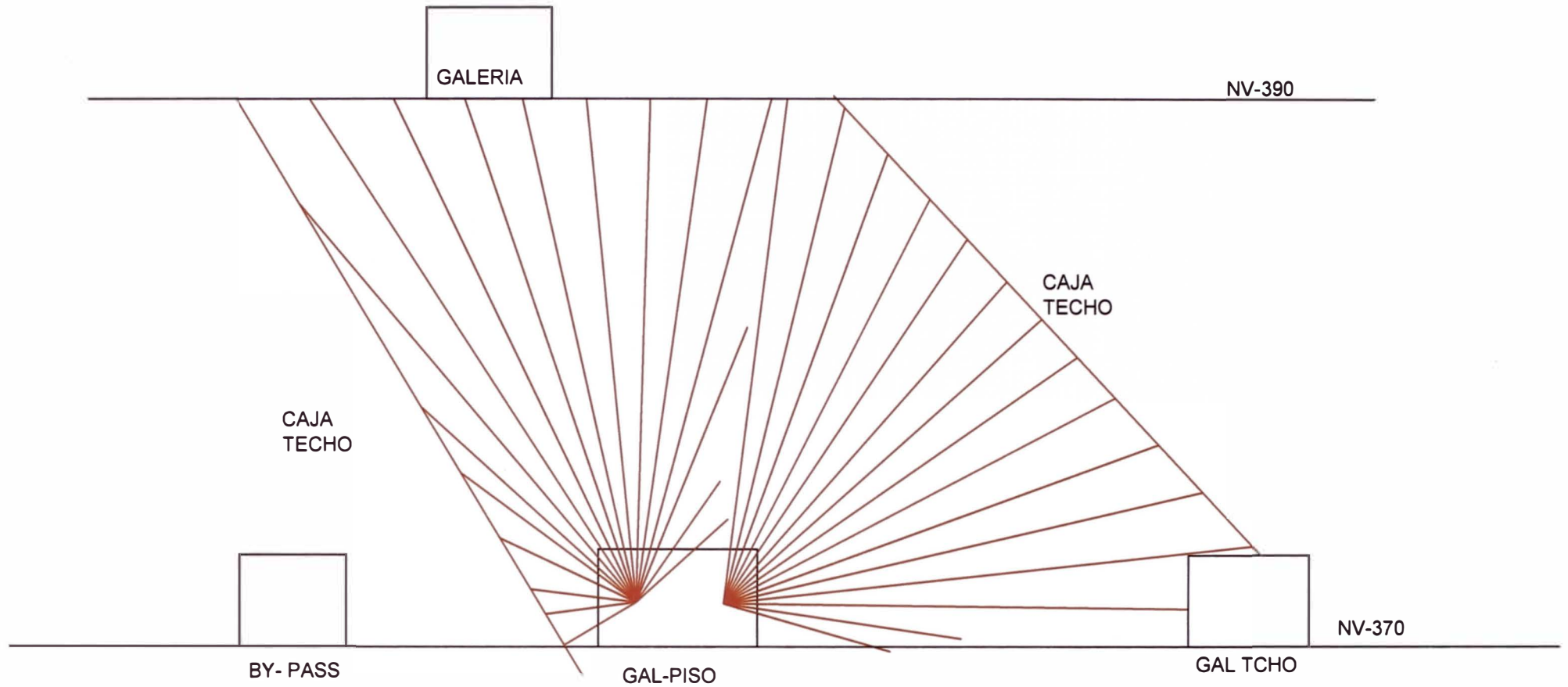
PERFORACION DE TALADROS LARGOS

SIMBA - HI57 Y DTH - TGØ

NV - 410 (TAJ : 370 - 30 N)

LONGITUD : 12 m

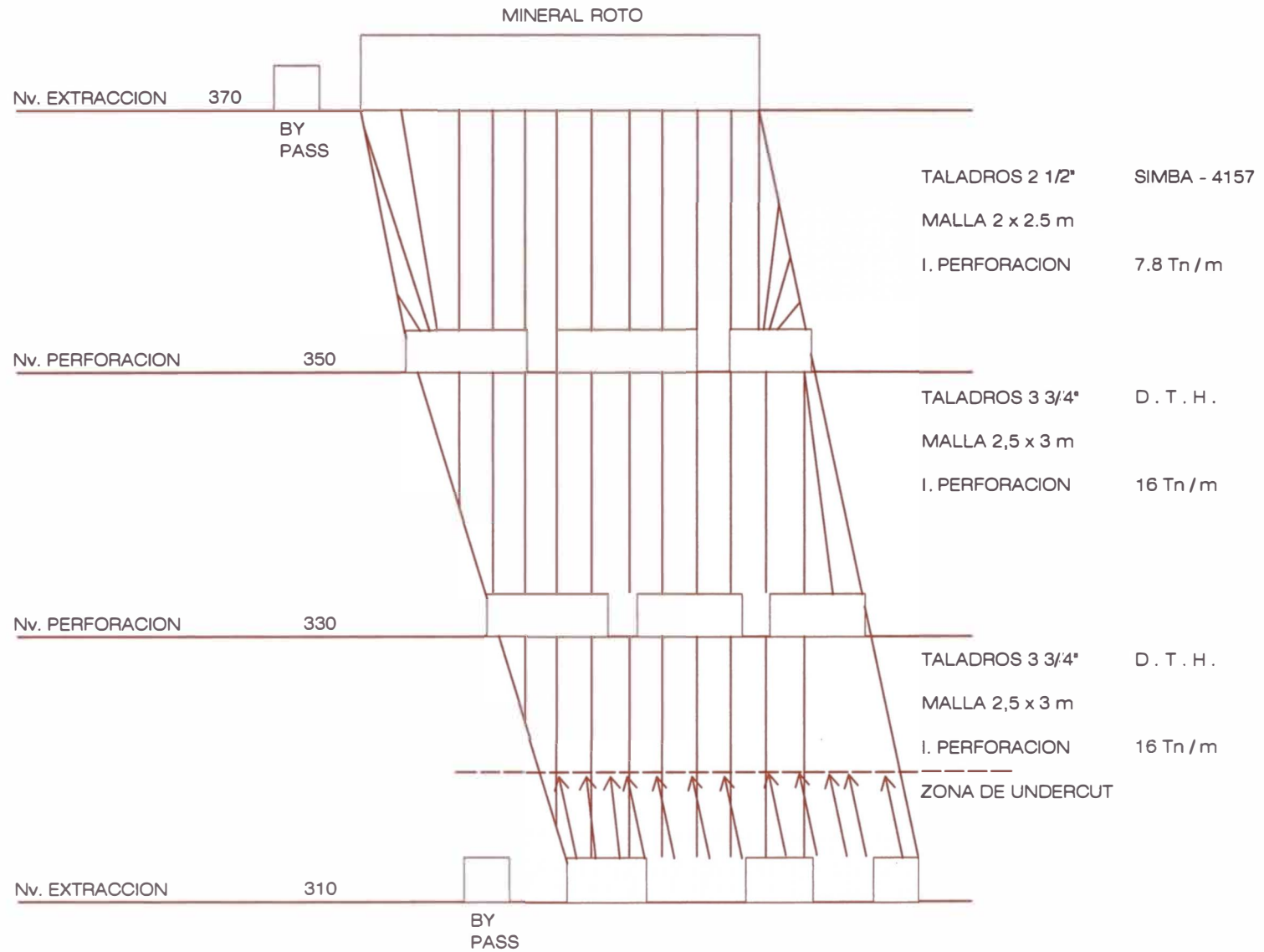
Ø BROCA : 3.5" Y 3.0"



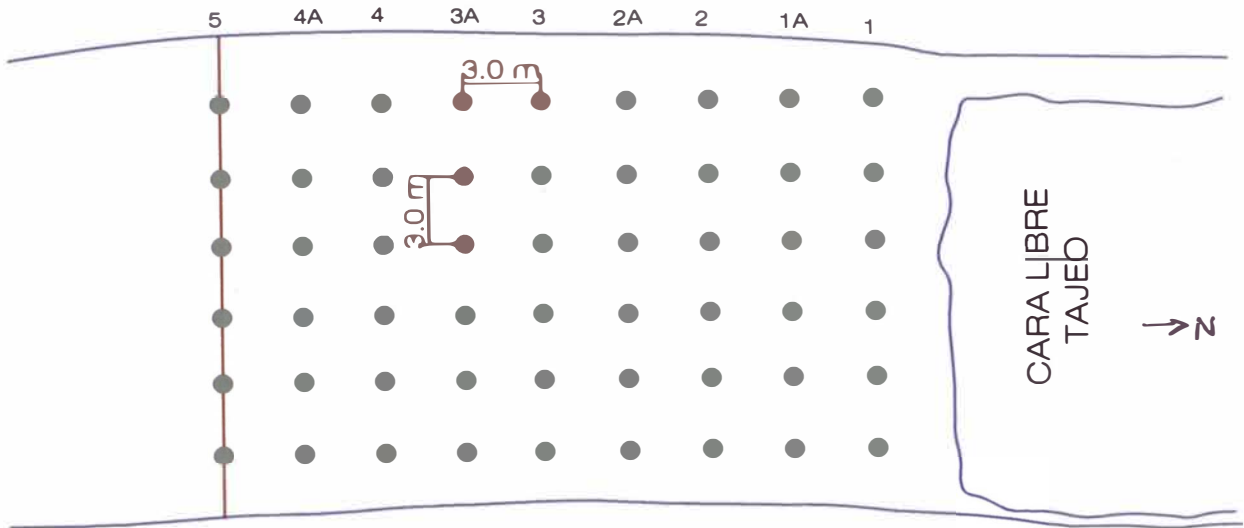
SECCION: 02
PERFORACION RADIAL \varnothing SIMBA -H157
T: 370-36N (NV-370) CUERPO CONTACTO
ESCALA: 1/200

Diseño Perforacion en el Cuerpo Contacto

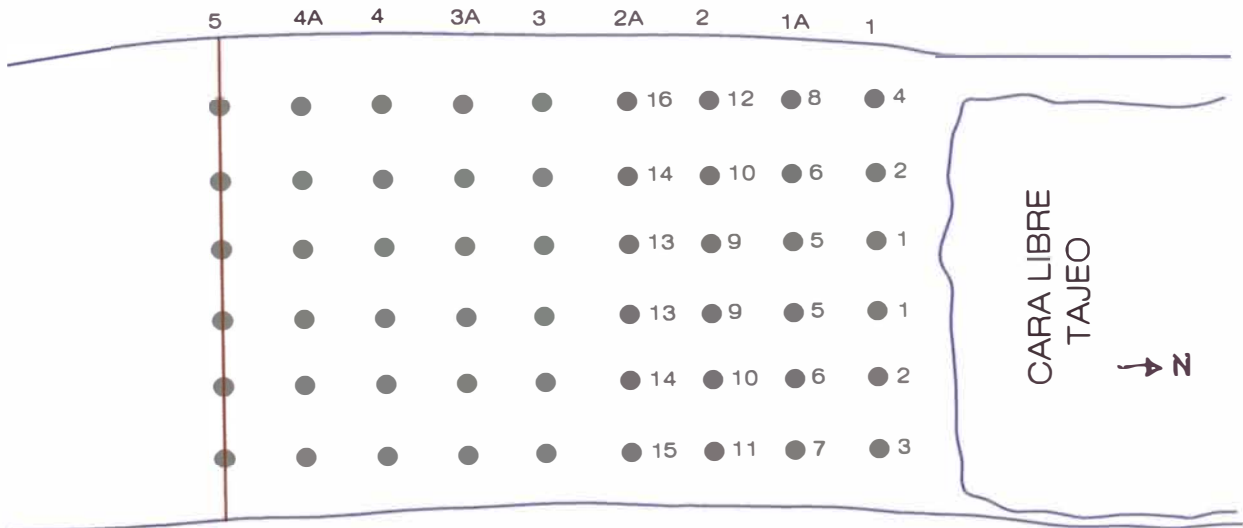
MINSUR S.A.



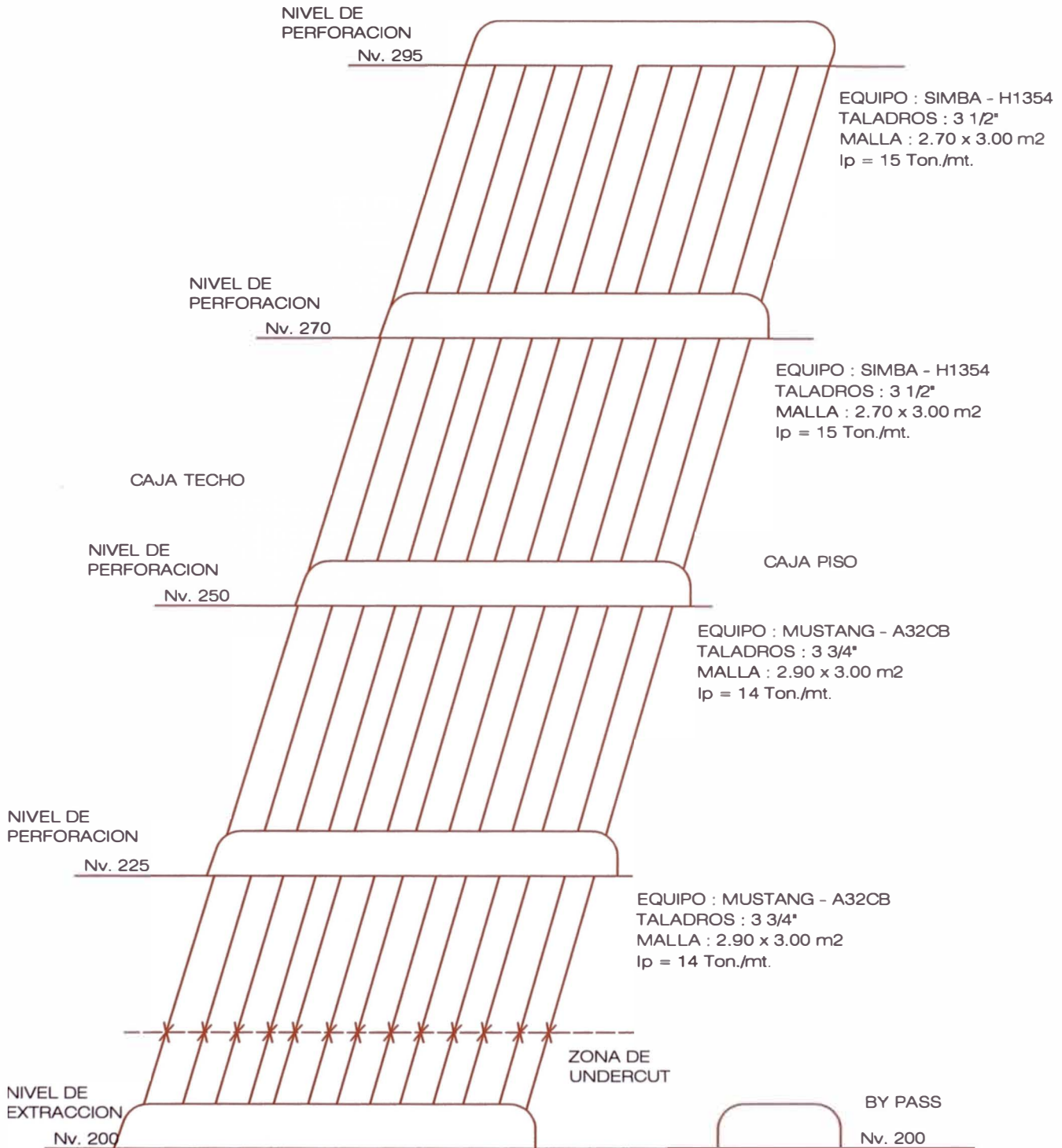
Esquema de Perforacion 96 mm Diametro Tajeo 310 - 14 Cuerpo Contacto



Secuencia de Voladura



MALLA DE PERFORACION LBH CUERPO CONTACTO T : 200 - 20 N



- Velocidad de detonación
- Calor de explosión
- Presión de gases

c) Tiempo

- Tipos y tiempos de retardo
- Tipos y secuencias de salida

En San Rafael inicialmente los diseños de perforación que se aplicaron fueron las perforaciones en abanico, pero el difícil control en la perforación y voladura ocasionaban presencia excesiva de bancos que requiera voladura secundaria con altos costos de perforación y un bajo índice de perforación. Esto nos obligo a modificar el diseño anterior por el de una perforación paralela. Para ello fue necesario ampliar la labor de preparación en todo lo ancho de la veta o cuerpo hasta los límites de las cajas techo y piso.

Este nuevo diseño nos permitieron mejorar el control en la perforación y voladura mejorándose además la fragmentación y los índices de perforación.

La perforación paralela con la longitud de 25-30 mts presenta el inconveniente de las desviaciones especialmente en los equipos de perforación Electrohidráulicos por el orden del 5% con el SimbaH157 y con SimbaH1354 y 2% con el DTH-T60 y Mustang – A32CB que se obtiene las menores desviaciones.

Para el diseño de la malla de perforación existen diversos modelos matemáticos que nos proporcionan valores aproximados, de los más simples hasta los más complejos que requieren cálculos engorrosos, conocimiento de varias propiedades físico-mecánicas de las rocas, etc.

Estos parámetros en el campo es difícil obtenerlos: es por ello, que el diseño de nuestra malla de perforación esta basada en el modelo matemático del Dr. R. Ash, inicialmente y, posteriormente el modelo matemático de LANGEFORS. Estos diseños es para lograr una producción actual; es decir logrando una buena fragmentación, que nos permita mantener o mejorar nuestros niveles de eficiencias es en el carguío, transporte, conminución y minimizar los daños que puede ocasionar la voladura de los taladros largos en la cajas piso, techo de la veta.

El cálculo de los esquemas de perforación de taladros actual por el modelo matemático de LANGEFORS

$$B = \frac{D}{33} \sqrt{(dc \times PRP) / (c \times f \times S / B)}$$

Donde:

- B : burden (m)
- D : diámetro del taladro (mm)
- C : constante de roca (0.4 + 0.75 rocas duras y 0.3 + 0.75 rocas medias)
- PRP : Potencia relativa del explosivo en peso
- F : factor de fijación (0.85 barrenos inclinados)
- S/B : Relación Burden – espaciamiento (1.25)
- dc . densidad de cargfa (Kg/dm³)

El valor del Burden (Bp) práctico esta en función al Burden máximo “B” aplicando una corrección por desviación de los taladros y error de emboquillado:

$$B_p = B_m - 2d - 0.02 L \quad \text{donde} \quad L: \text{Longitud del taladro}$$

Los valores obtenidos son:

Bp = 2.48 m para desamen

Bp = 3.08 m para emulsiones

Longitudes de perforación: 22 – 30 mts

Lógicamente estos valores referenciales fueron ajustados en el terreno con la finalidad de mejorar la fragmentación, mejorando la precisión de la perforación y evitar en lo posible la voladura secundaria.

Los valores que actualmente trabajan son las siguientes:

EQUIPO	DIÁMETRO (Pulg.)	BURDEN (m)	ESPACIAMIENTO (m)
Simba H157	2.5↑	1.5	2
	3.0↓	1.6	2.5
Simba H1354	3.0↑	2.5	3
	3.5↓	3	3
Mustang H1354	3 ¾"	3	3
DTH T60	3 ¾"	2.7	3

DESVIACION DE TALADROS

La desventaja del método de explotación sub level stoping por taladros largos es el banqueo debido a la desviación de taladros por los equipos electrohidráulicos de perforación. La desviación de los taladros se debe con el tipo de roca, varillaje de perforación, factor humano, área de trabajo, etc.

DESVIACION DE TALADROS

20 Metros 25 Metros 30 Metros 35 Metros

COP 1238 ME
COP 1838 MEX

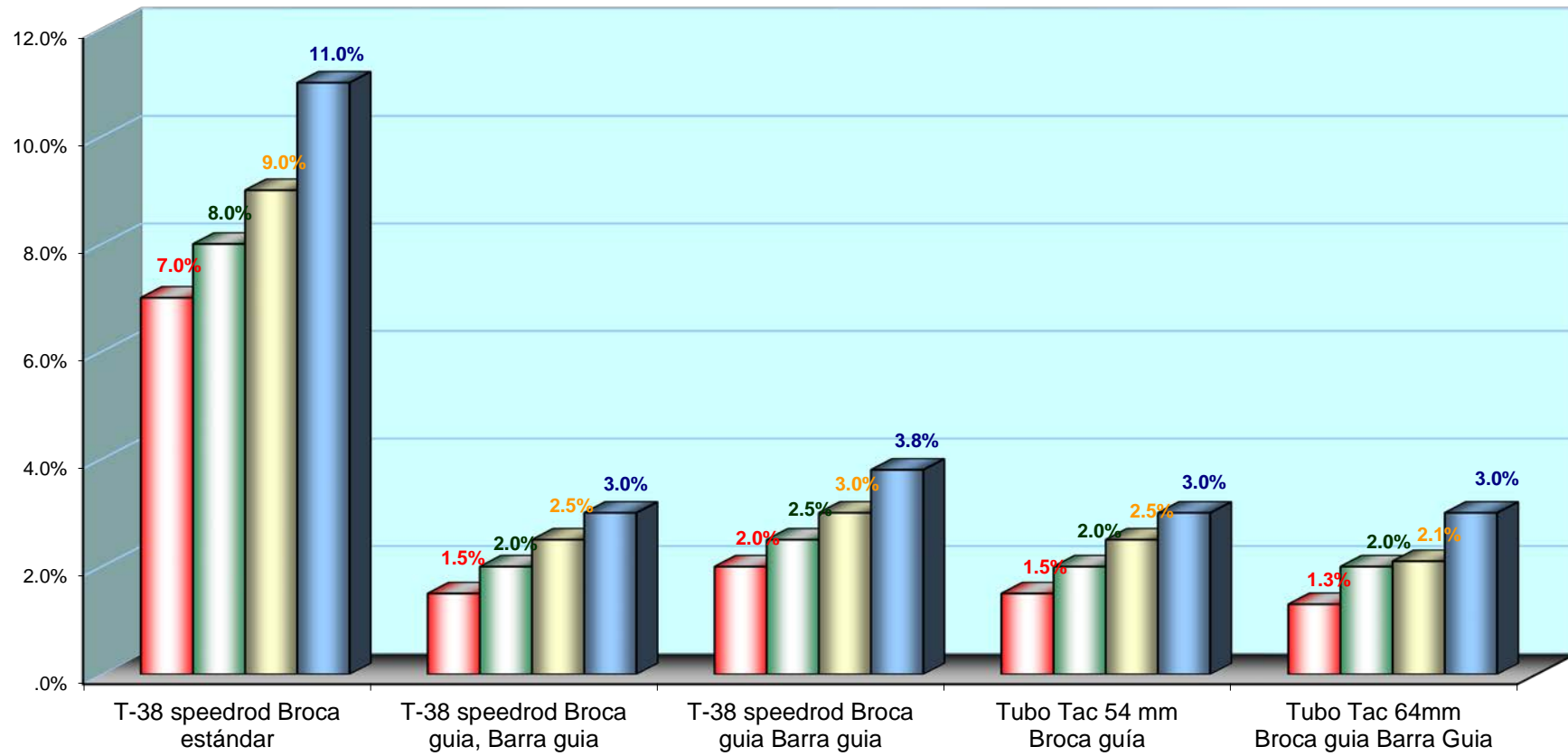
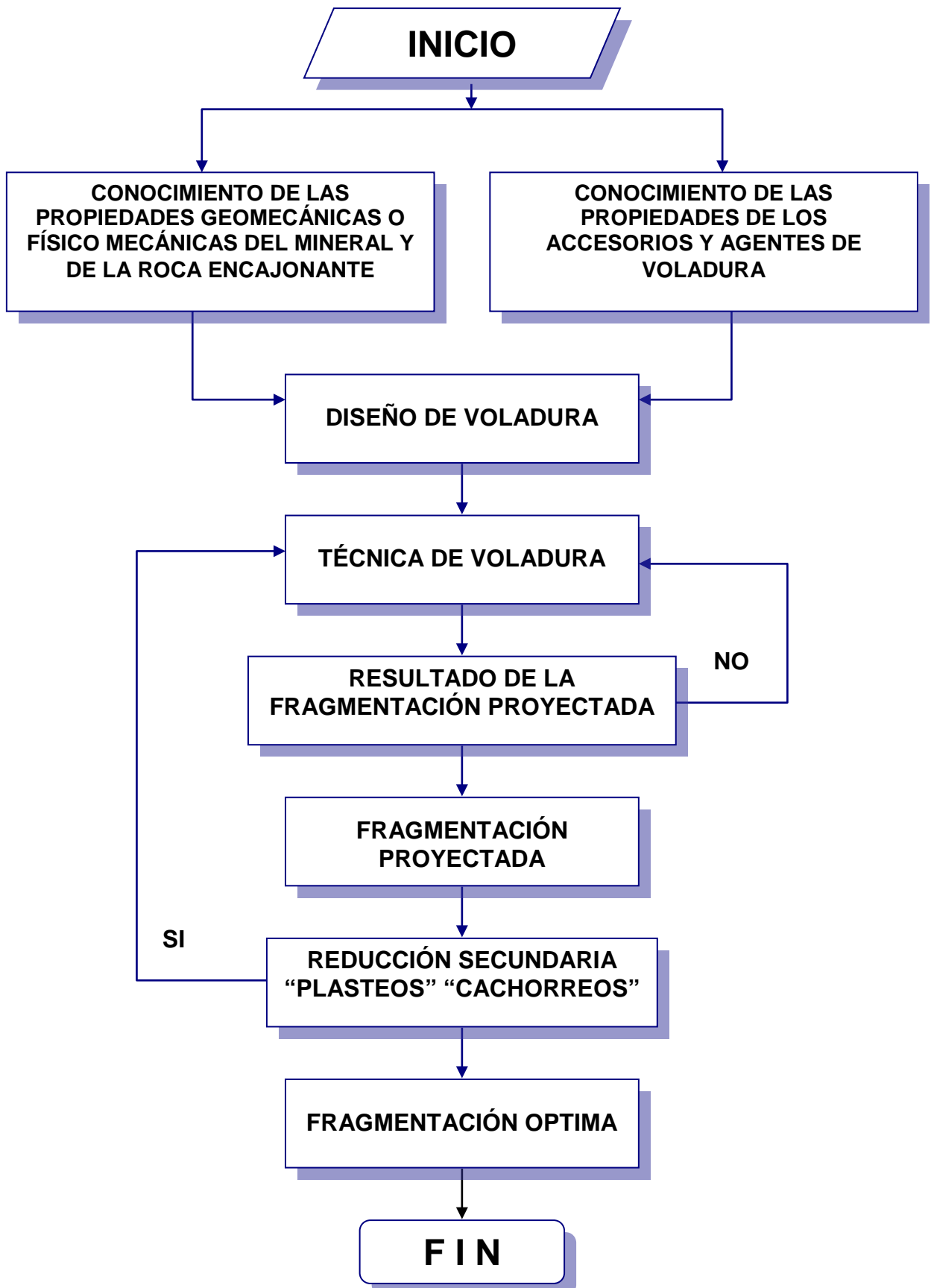


DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL ANÁLISIS DE VOLADURA PARA OBTENER UNA FRAGMENTACIÓN OPTIMA



En la perforación de taladros largos muchas veces el burden y el espaciamiento se reducen frecuentemente para compensar los efectos de la desviación de taladros, que en la práctica esto significa un mayor número de taladros perforados, un consumo adicional de aceros, explosivos, tareas, etc. Todo lo cual se traduce en costos más altos.

Estas desviaciones se corrigen considerablemente mejorando en la ubicación del equipo así como su alineamiento (Vertical y Horizontal), teniendo buen soporte al piso y al techo de la galería, aplicando una fuerza de avance de acuerdo con las condiciones de la roca, un emboquillado adecuado, y lo que más importante para el cumplimiento de estas condiciones el factor humano (operador); en estudios realizados el factor humano es atribuible el 50% del control de la desviación.

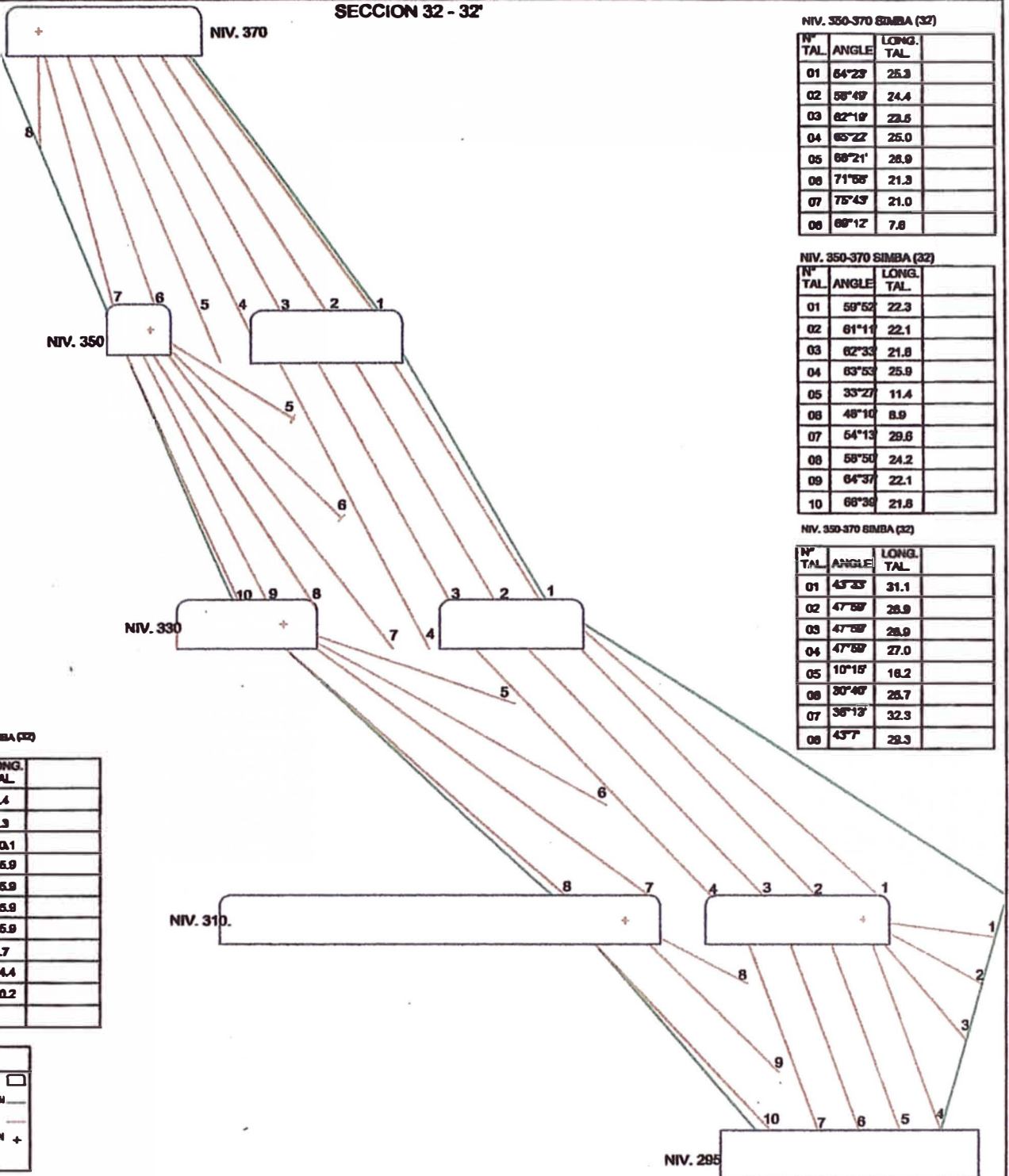
3.5.3 VOLADURA PRIMARIA

La voladura es una de las operaciones más importantes y críticas del método de tajeo por subniveles porque incluye directamente en los radios de producción del equipo de carguio, acarreo, extracción y chancado.

Desde los inicios de la aplicación de los taladros largos se introdujeron explosivos como AN/FO Y EMULSIONES, por su resistencia al agua, potencia relativa y costo.

Como la tendencia de la industria minera subterránea es a taladros de mayor longitud diámetro. Esto significa que más kilogramos de explosivo están siendo volados instantáneamente, siendo mayores los daños causados por las vibraciones producto de las voladuras masivas, se tuvieron problemas con la estabilidad de las galerías de extracción y el entorno de las labores, por lo que se tiene control estricto en el carguio con explosivo, la altura de la columna con explosivo, los DECKS (Tacos), la selección del explosivo adecuado y la medición constante de la

SECCION 32 - 32'



NIV. 350-370 SIMBA (32)

N° TAL.	ANGLE	LONG. TAL.
01	64°23'	25.3
02	58°49'	24.4
03	62°18'	22.6
04	65°22'	25.0
05	66°21'	26.9
06	71°58'	21.3
07	75°43'	21.0
08	66°12'	7.8

NIV. 350-370 SIMBA (32)

N° TAL.	ANGLE	LONG. TAL.
01	59°52'	22.3
02	61°11'	22.1
03	62°33'	21.8
04	63°53'	25.9
05	33°27'	11.4
06	48°10'	8.9
07	54°13'	29.6
08	58°50'	24.2
09	64°37'	22.1
10	66°36'	21.8

NIV. 330-370 SIMBA (32)

N° TAL.	ANGLE	LONG. TAL.
01	43°23'	31.1
02	47°59'	26.9
03	47°59'	26.9
04	47°59'	27.0
05	10°18'	16.2
06	30°46'	26.7
07	36°13'	32.3
08	43°7'	28.3

NIV. 330-370 SIMBA (32)

N° TAL.	ANGLE	LONG. TAL.
01	7°48'	6.4
02	25°24'	8.3
03	50°31'	10.1
04	70°16'	15.9
05	70°16'	15.9
06	78°16'	15.9
07	78°16'	15.9
08	28°47'	7.7
09	48°1'	14.4
10	48°7'	20.2
11		

LEYENDA	
SECCION DE GALERIA	<input type="checkbox"/>
LIM. DE MINERALIZACION	<input type="checkbox"/>
TALADROS	<input type="checkbox"/>
PUNTO DE PERFORACION	+
LINEAS AUXILIARES	<input type="checkbox"/>

PROYECTO : PLAN DE MINADO A LARGO PLAZO

MINSUR S.A.
Mina san rafael

SECCION DE TALADROS PARALELOS
DE NIV-370 A NIV-295 ORE SHOOT

PROY:

DIB :

REVI:

ESC :

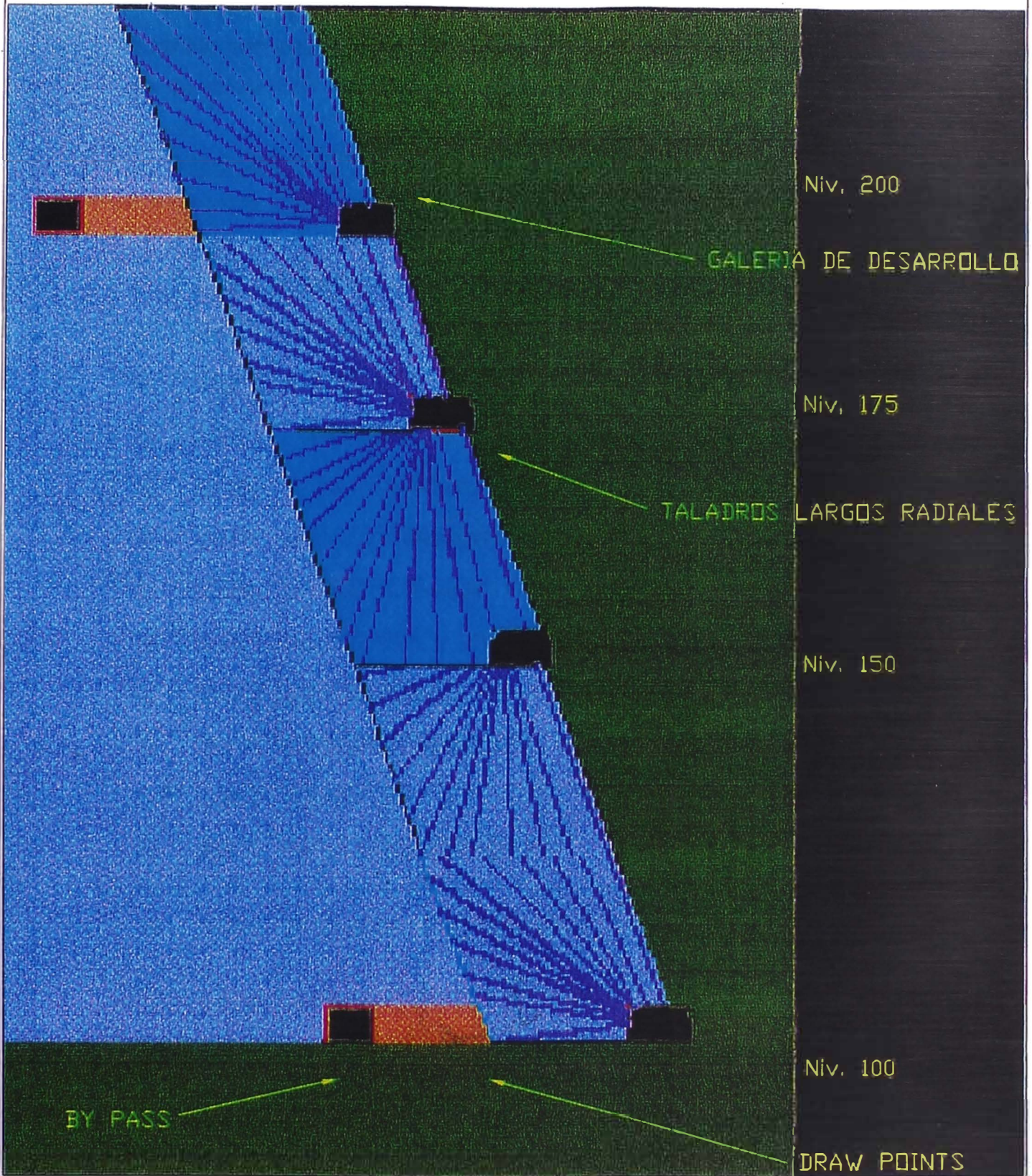
APROV:

FECHA :


Fig. N°

09





PROYECTO : PLAN DE MINADO A LARGO PLAZO

	MINSUR S.A. Mina san rafael		ESQUEMA PARA PERFORAR TAL. LARGOS RADIALES	
	PROY:		DIB :	
	REVI:		ESC :	
	APROV:		FECHA :	
				Fig. N° 08

vibración con equipos del departamento de geomecánica. Los explosivos que se utiliza son:

N°	CODIGO MATERI AL	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
01	20000 1	BOOSTER-BM-150 (1/3 Libra) (CJx126 UN)	Taladros largos
02	20000 5	EXAGEL EGS DE 2" x 16" (CJ x 24 UN)	Taladros largos
03	20000 8	SLURREX AP-80 (Bolsa x25kg)	Taladros largos
04	20000 9	EXAMON GRADO "P" (Bolsa x25kg)	Taladros largos
05	251850	DETONADOR PRIMADET P.C. 21.31 MT	Taladros largos
06	251843	DETONADOR PRIMADET P.C. 12.10 MT	Taladros largos
07	258466	DETONADOR PRIMADET P.C. 30.00 MT	Taladros largos
08	20000 3	DINAMITA SEMEXA 65% 1 1/8" _x 7" (CJ x 204 UN)	Voladura secundaria
09	20000 6	GELATINA ESPECIAL 75% x 1 1/8" x 8" (CJ x 144 UN)	Desquinches
10	2000 11	CORDÓN DETONANTE 3 P	Voladura en general
11	20000 7	PLASTEX – E	Voladura en general
12	2000 15	MECHA RAPIDA IGNICIÓN Z-19	Voladura en general
13	258455	DETONADOR NO ELECTRICO DE 2.1 MTS	Desquinches y frentes
14	251839	DETONADOR TECNEL P.L. 4.20 MT.	

Para el carguio de taladros largos contamos con los siguientes equipos:

- 2 cargadores de examen de 100 kgs de capacidad, nitronobel modelo JETANOL – 100 neumatico (120 PSI)
- Una compresora automática Atlas Copco modelo Ga-30 (130 PSI) para suministro de aire al cargador.

- Un Jetman grúa (telescopico) para el desastado y carguio de taladros hacia arriba.

ABERTURA DE LA CARA LIBRE (FREE – FACE)

Actualmente para el inicio de la cara libre de un tajeo se realizan por medio de perforaciones con equipos: Simba-H1354 y el Mustang A32CB; la perforación se realiza con mucho cuidado, un control en las presiones de avance, rotación percusión y también rpm del varillaje.

Las chimeneas “VCR” son de 1.50 x 1.80 m², las que posteriormente se amplia con taladros largos paralelos a la chimenea VCR con una malla 1.50 x 1.50 m². hasta alcanzar el ancho de la mineralización (Slot), que una vez concluida el canal ya los disparos es por los taladros de producción con Burden y espaciamiento establecidos.

3.5.3.1 VOLADURA SECUNDARIA

Como se sabe una de las desventajas del método de explotación por medio de “Sub Level Stopping” es el banqueo, sumado aspectos como la estructural en la generación de bancos.

De acuerdo a las observaciones en los tajeos la presencia de bancos es aleatoria en algunos disparos hay banqueo y en otros no hay banqueo, se asigna distintos porcentajes en cada tajeo el más critico es 5% el cual es reducido a tamaños cercanos a 18” x 20” para carguio directo a volvos o a parrillas de los equipos de reducción secundaria (rompebancos) que tienen 16 cuadrículas y que cada cuadrícula mide 18” y 20”.

En la actualidad se ha reducido significativamente el banqueo con un control en las operaciones como la perforación, minimizando la desviación y tambien en la voladura de taladros largos. Como se sabe la perforación

radial es el enemigo de la buena fragmentación. La perforación de taladros radiales es mínimo en los pilares eventuales y también en algunos casos hacia la caja techo.

3.5.4 ACARREO Y EXTRACCIÓN

La altura sobre el nivel del mar en el cual trabajan los equipos es importante tener presente, a la pérdida de potencia por la altura de 4500 msnm, un motor con aspiración normal pierde aproximadamente el 35% de su potencia, mientras que dotado de turbo-alimentador pierde 19% de acuerdo al cuadro siguiente.

CARACTERÍSTICA	ALTURA (PIES)	PERDIDA (HP)
SIN TURBO	0 - 6000	1.5% / 1000 PIES
	MAYOR DE 6000	3.0%/100 PIES
CON TURBO	0 – 5000	NO HAY PERDIDA
	5000 – 10000	1% / 1000 PIES
	MAYOR 10000	3% / 1000 PIES

La introducción del sistema trackless no solamente significó el uso de camiones de bajo perfil para la extracción en interior mina y hacia la planta Concentradora; sino que debido a las limitaciones que estos equipos presentaban por las distancias cada vez mayores en el laboreo minero han sido reemplazados por vehículos ligeros de carga como son los volquetes de mayor performance; que resultan notablemente superiores, por lo que el radio de acción de estos camiones se reduce al acarreo interno desde los frentes hacia los echaderos y/o cámaras de acumulación.

Todo proceso dinámico de cambios conllevó a un seguimiento permanente con el fin de realizar ajustes en el sistema que consiste en

mejoramiento de infraestructuras básicas, capacitación y entrenamiento de personal, etc. Para obtener los mejores standares posibles.

Con el tiempo debido al permanente desarrollo de la mina, se hace imprescindible nuevamente pensar en la aplicación de otros sistemas, como el nuestro. En San Rafael que esta realizando estudios con la idea de elegir la mejor alternativa de extracción futura; ya sea por izaje vertical, fajas, sistemas mixtos, etc. Teniendo en cuenta que los ciclos de operación de los volquetes son cada vez con rendimientos menores y la necesidad de ampliar y mantener la producción futura.

La secuencia progresiva de los equipos de extracción fue la siguiente.

AÑO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD CARGA (TM)	VELOCIDAD 1% (KM/hr)
1979	Man	GHH-MK-A-12-1	10	5
1983	Kjarvis clark	JDT-415	12	5
1985	Jarvis clark	JDT-426	20	5
1990	Volvo	NL-10	10	13
1991	Volvo	NL-12	15	14
1997	Volvo	NL-12	15	14
2003	Volvo	FM-12	20	17

Los equipos de acarreo interno (scoops) fueron lo siguiente

AÑO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD CARGA (TM)
1979	Scoop-08	Wagner	2.5
1982	Scoop-14	Wagner	2.5
1988	Scoop-16	Wagner	3.5
1993	Scoop-17	Tambock	3.5
1996	Scoop-18	Tambock	6.0
1997	Scoop-19	Tambock	6.0
1999	ST1000 N°20	Atlas copco	6.5
2000	ST1000 N°21	Atlas copco	6.5
2001	ST1000 N°22	Atlas copco	6.5
2004	ST1010*	Atlas copco	6.5

*** Proyectado**

Los equipos de reducción secundaria se instalan después de 1990 (20"x18")

AÑO	EQUIPO	MARCA	CAPACIDAD CARGA (TM/hora)	OBSERVACIONES
1992	Rompebanco 01	KENT	75	En el tajeo 310-14N
1996	Rompebanco 02	KENT	75	Fuera de la operación
1998	Rompebanco 03	KENT	5	En el tajeo 200-025
2000	Rompebanco 04	KENT	75	En el tajeo 200-20N
2003	Rompebanco 05	KENT	80	En la cancha mineral a la tolva de gruesos

Los equipos de acarreo de la cancha mineral a la tolva de gruesos

AÑO	EQUIPO	CAPACIDAD (Yd³)
1990	PAULoader FAVN L-25	3.0
1995	PAYLOADER CAT – 930 E	3.5
1999	PAYLOADER CAT – 950F	4.0
2003	PAYLOADER CAT – 966G	4.5

Cabe mencionar que dentro de las operaciones unitarias mineras el de mayor incidencia en los costos directos es el del transporte con mas de 35 – 40% por lo tanto se debe tener el control sobre este costo; ya que minimizar reportará beneficio significativo para la empresa.

En la actualidad en la mina San Rafael se emplea una flota de cinco unidades de volquetes mas una unidad en stand b, para cumplir con el requerimiento de la planta concentradora de 80,000 TMS/mes de mineral, trabajando en 3 turnos/día. Hoy el nivel principal de extracción es el AN-4200. el mineral con distintas leyes de cabeza para el blending sale de este nivel que dista 3.50 Km desde la cancha de mineral.

**DISTANCIAS DE LA CANCHA DE MINERAL (NIVEL-2) A OREPASS Y
CAMARAS DE CARGUIO**

TOLVA	DISTANCIA (Km)	Ciclo (minutos)	Veloc. Cargado KM/hora	Veloc. Retorno Km/hora
OP: 4523-68	2.24	16.95	12.00	25
C:4330	2.40	20.00	11.00	25
OP:R4523-84	2.50	21.00	11.50	24
OP:R4523-95	2.86	22.62	10.00	25
OP:R4295-155	3.21	24.04	10.00	23
OP:R4295-20S	3.45	24.50	10.00	24
C: 4270	3.34	26.88	10.00	25
CD:200-20N	3.50	32.26	10.00	20
CD:200-10S	3.40	31.50	9.00	20
CD:200-02S	3.25	30.00	9.00	22
OP:4175-09N	4.00	32.50	10.00	22
OP:R4523-156 (W-125)	4.45	33.75	10.00	20
OP:R4523-192 (W-030)	4.56	35.56	9.00	19
OP:R4523-226	5.32	39.00	9.00	19
OP:R4523-252	6.45	48.50	9.00	19
	7.10	55.00	7.00	19

Como se observa el cuadro cada vez los tajeos se alejan de la cancha de mineral de continuar con el actual sistema de extracción la operación tiende a convertirse improductivo y antieconómico, razón por lo cual la empresa ya cuenta con otras alternativas que optimice el transporte de mineral de interior mina hacia la planta concentradora, pudiendo optarse por una de las siguientes alternativas.

- 1) Transporte por pique con volquete en rampa actual
- 2) Faja transportadora
- 3) Pique con faja transportadora

3.6 SERVICIOS AUXILIARES

3.6.1 ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía eléctrica es principalmente de la central hidroeléctrica estatal de San Gaban que llega a la subestación de la mina 138 Kw el cual es repartido Mina y Planta en una proporción de 40% para la mina y 60% a la planta.

Antes de la llegada de la energía de las interconexiones de San Gaban y otros la mina contaba con su propio grupo electrógeno (Equipos Sulzer) con una demanda de 3,200 kw a 70% de demanda.

En la actualidad la energía requerida es únicamente proveniente de central hidroeléctrica de San Gaban.

3.6.2 AIRE COMPRIMIDO

El consumo de aire comprimido es fijo para un determinado número de máquinas sin embargo, hay consumo adicional por el funcionamiento de otras máquinas que no son necesariamente máquinas perforadoras en interior mina.

El cuadro siguiente muestra las capacidades de las compresoras de la mina.

UNIDAD	COMPRESOR	CFM/unidad	CFM TOTAL	CFM NETO -15% (perdida a 4200 msnm)
04	ERB	2225	8900	7565
01	JOY 970	970	970	825
		TOTAL		8390

A 4,200 msnm, se ha determinado un 15% de pérdida de eficiencia (a 102PSI) que se incluyen las perdidas por deterioro y desgaste de las maquinas.

3.6.3 VENTILACIÓN

Los equipos pesados en interior mina es Diesel, hay circuitos de entrada de aire fresco y tambien circuitos de desfogue de aire contaminado desde el último nivel de laboreo 750 msnm.

El siguiente cuadro muestra el balance de aire en la mina.

CARACTERÍSTICA	CIRCUITO	FLUJO (m ³ /seg)
AIRE LIMPIO	RPA 4523	120
	SAN RAFAEL	40
	ZAPATA	20
TOTAL		180
AIRE VICIADO	VOLCAN	15
	VARIOS	12
	PATRON	8
	UMBRAL 5070	
	RB CEMENTACION MINE	65
	NVS 4890	22
	ALIMAK	55
TOTAL		177

Los circuitos de ventilación son completamente independientes y trabajan en diferentes niveles.

Para la ventilación se cuenta con ventiladores de 100,000 CFM, 50,000CFM que trabajan como extractores y también la ventilación auxiliar a los topos de los frentes de desarrollo se efectúa con ventiladores de 30,000, 11,000 y 5,000 CFM.

El balance de aire en la mina es de 180m³/seg cantidad menor al requerimiento de 250 m³/seg. Esto significa tener un saldo de 70 m³/seg. Que serán cubiertos a través de las ampliaciones y la integración de la chimenea RB del 4730/4533, ambos del circuito zapata.

Cabe mencionar el gran circuito de desfogue 1,217 mts de 3.82 metros de diámetro en 4 chimeneas, que asciende aproximadamente a 3'993,076 \$ USA.

A. Chimenea entre nivel 4533 y superficie (NV-4730)	187 mts
B. Chimenea entre nivel 4050 y nivel 4200	151 mts
C. Chimenea entre nivel 4200 y nivel 4533	345 mts
D. Chimenea entre nivel 4533 y superficie (NV-5100)	541 mts
<hr/>	
Total	1217 mts

3.6.4 BOMBEO Y DRENAJE

De todos los niveles inferiores por 2 circuitos principales el agua es frenado por bombeo al nivel 4,533 (nivel principal de servicios) el agua de bombeo es de 205 $\frac{\text{litros}}{\text{seg}}$ que es utilizado en la planta concentradora. Las bombas de la mina son. Bombas centrífugas y bombas sumergibles de marcas WORTHINGTON y GRINDEX.

Actualmente hay proyectos para simplificar y optimizar el sistema de bombeo además se esta realizando el entubado con tubería de acero especial los pilotos para evitar la pérdida de agua en la trayectoria.

3.6.5 SOSTENIMIENTO

Las rocas encajonantes de la veta San Rafael, son muy competentes; inicialmente no hubo programas de sostenimiento en ninguna labor (galerías, by pass, rampas, etc.) hoy existen programas en todo el año para sostenimiento de la rampa principal 4523, galerías, subestaciones, cámaras de bombeo, polvorines de paso, bodegas toda labor que se requiera sostenimiento.

El departamento de Geomecánica es responsable de sostenimiento, en toda la mina de acuerdo a la caracterización geomecánica, además se llevan a cabo las pruebas de tracción de pernos, además, la mediciones de convergencia en puntos críticos de la mina, igualmente en la actualidad los eventos sísmico (estallidos de roca).

Los diferentes tipos de sostenimiento son:

Pernos helicoidal

Perno $\frac{3}{4}$ " Fe corrugado

Malla Prodac

Cuadros de madera

Scrotte

Durante el último año se colocaron:

29,784 pernos helicoidales

2,166 pernos de $\frac{3}{4}$ " fierro corrugado

3,001 mallas prodac

38 cuadros de madera

Además se ha implementado: la optimización del control de calidad del sostenimiento, control de costos, caracterización geomecánica de la mina, simulación de labores de la mina con programas especializados, optimización de la voladura usando parámetros geomecánicos, apoyo al diseño de la explotación de la mina usando relleno en pasta y capacitación del personal en lo que concierne a identificación del tipo de roca el sostenimiento requerido y los riesgos relacionados, etc.

CAPITULO IV

PLANTA CONCENTRADORA

En la Planta Concentradora, así como en la mina se realiza cambios cuantitativos y cualitativos porque es una de las áreas donde existen alternativas y combinaciones par optimizar el rendimiento del proceso.

La Planta Concentradora San Rafael; en la actualidad solo cuenta con una sola sección que es del estaño; la sección de Cobre hace buen tiempo no trabaja por los problemas del precio en el mercado mundial y tambien problema se reservas hacia niveles inferiores.

BALANCE METALÚRGICO AÑO 2003

PRODUCTO	TMS	% PESO	% SN	TMS FINOS SN	% DIST	RADIO CONC.
Mineral tratado	836,089.00	100.00	5.19	43,371.689	100.00	-
Concentrado Sn-G	56,934.896	6.81	61.32	34,911.840	80.49	14.69
Concentrado Sn-F	8,196.462	0.98	47.63	3,904.055	9.00	102.01
Concentrado Sn total	65,131.358	7.79	59.60	38,815.895	89.50	12.84
Relaves	770,957.642	92.21	0.59	4,555.794	10.50	-

Cabe mencionar que en la planta concentradora la mejora constante y continua por maximizar los procesos metalúrgicos, en una estrecha coordinación con el área de mantenimiento y operación para el logro de los objetivos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

1. El diseño y la ejecución del nuevo sistema de extracción desde el nivel 4000 al 4310. porque cada vez que los niveles de extracción se profundizan; los costos de extracción serán muy altos.
2. La revisión constante del programa de gastos en cada área de minado es importante para realizar mejoras.
3. El cumplimiento de los programas en tonelaje y ley es importante para mandar ley de cabeza programado a la planta.
4. En el próximo nivel de extracción NV-4100 construir parrillas con equipo rompedor de Bancos, para evitar Bancos en la extracción de mineral.
5. La optimización de los diferentes ciclos de minado debe partir desde el departamento de planeamiento e ingeniería, llegando a una simulación de las operaciones de minado con leyes uniformes.
6. Es urgente aumentar la capacidad de los volvos, intercooler ó cambio de flota de 15m³ a 20 m³ para ganar tonelaje/viaje,
7. Incrementar el control en la perforación y voladura de taladros largos; en la perforación la minimización de la desviación para evitar el banqueo en los tajos.
8. Las chimeneas de cara – libre (free face) se debe mejorar en la malla de perforación y parámetros en la voladura.

9. La Mina San Rafael a partir de la fecha tiene aún los 14 millones de toneladas lógicamente en condiciones distintas por lo tanto requiere mayor control en los costos operativos,
10. Los programas de exploración y desarrollo se continúan dentro de la unidad y también fuera con mayor agresividad o para mantener o aumentar reservas de mineral.
11. Hasta el próximo nivel de extracción el método de Explotación (sub level stoping) se seguirá aplicando por las condiciones geológicas y/o mineralógicas de la veta San Rafael.
12. La aplicación del Relleno en pasta en este año; mejorará la estabilidad de los tajos y evitará la dilución (Planchoneo) de las cajas.
13. El programa de preparaciones continúa a partir del NV-4100 al NV-4000 para la aplicación de taladros largos.
14. La simplificación de los circuitos de bombeo y entubado de los pilotos será un ahorro significativo.
15. Igualmente la optimización del circuito de ventilación umbral 5070 mejorará el ambiente de trabajo para personal y equipos.
16. Las capacitaciones externas e internas al personal obrero e ingenieros mejoran y mejorarán cada vez más la actitud positiva y trabajos seguros.

BIBLIOGRAFÍA

1. MC KINSTRY E. "Geología de Minas"; Edit. Omega, Barcelona, 1965
2. B.H.G. BRADY – ET. BROWN" ROCK MECHANIES – FOR UNDERGROUND MINING" London UNWIX – 1985
3. BORISON KLOKOV – GORNOVOI "Labores Mineros"; edit. MIR. MOSCU; 1976
4. BATEMAN H. ALAN "Yacimientos de minerales de Rendimiento Economico"; Edit. Omega S.A.
5. E. CORRAL – J.I. BERMEJO "Laboreo de minas", Edit. Dossat S.A. Madrid 1963
6. ATLAS COPCO "Metodos de minados con taladros largos" – Chile
7. REVISTA MINAS "Simposium Nacional de Perforación y Voladura de Rocas"
Escuela Profesional de Minas: 1990, 1992, 1994, etc.
8. ATLAS COPCO, "Manual de Operación del Simba H157 y Simba H1354"
9. JENNER F. ALEGRE ELERA. "Formulación y Evaluación de Proyectos"
Lima – 1992
10. DIVERSOS TRABAJOS Y PUBLICACIÓN MINA SAN RAFAEL