

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINERA Y  
METALURGICA**



**“PLAN DE MINADO SUBTERRANEO APLICADO EN  
LA CORPORACION MINERA ANANEA S.A.”**

**TESIS**

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

**ELABORADO POR:**

**AVELINO QUISPE AGUILAR**

**ASESOR**

**Ing. ADOLFO JESUS CHAVEZ VALDIVIA**

**LIMA – PERU**

**2013**

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres,  
por su abnegado sacrificio,  
por sus oraciones y preocupación  
permanente por mi proyecto de mi vida.

A mi esposa y a mis hijos por su  
perseverancia y exigencia de culminar la  
presente tarea académica: que motivan mis  
deseos de superación constante y a quienes  
los tengo en mi corazón todos los días de mi  
vida.

## **AGRADECIMIENTO**

- Al mejor consejero de mi vida: A DIOS
- A la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica de la Universidad Nacional de Ingeniería, por permitirme realizar los estudios en la Escuela de Ingeniería de Minas.
- A la Gerencia y Directorio de la Corporación Minera Amanea S.A. por admitirme como trabajador para realizar los trabajos de supervisión en su unidad mina Ana María y la toma de datos de campo.
- A mis jurados dictaminadores de tesis por sus valiosos aportes en la conducción y conclusión del presente trabajo de investigación.
- A mis compañeros de la Promoción 1978 -I UNI y a mis compañeros de trabajo de la mina Ana María por sus aportes de datos de campo y su constancia en las discusiones inteligentes de la importancia de minerales industriales.

## RESUMEN

Con el presente trabajo de Tesis de investigación de campo se muestra el incremento de la producción y la productividad de una minería aurífera subterránea en las Operaciones de la Corporación minera Ananea S.A. en la concesión minera Ana María N° 1, ubicado en el paraje La Rinconada, entre el nevado Ananea y el cerro San Francisco, en el sector denominado Comuni 21, Santa Ana y Balcon III a 5,000 m.s.n.m. mediante método de explotación de cámaras y pilares en los mantos auríferos.

La característica de los filones es delgada, con un promedio de potencia de 4 cm., y en otros se adelgaza a potencias de 0.2, 0.5 y 0.7 cm., son mantos de cuarzo ahumado, cuarzo gris oscuro y cuarzos azuláceos muy cristalizados, otra característica, es que tiene abundante pirita, calcopirita, y pirrotita, con una mezcla de abundantes sulfuros y óxidos de Cu, óxidos de Ag, galena y blenda, con una ley promedio de 25 gr/TM.

El método de explotación es el de “cámaras y pilares con circado”, método que consiste en llevar el manto o filón aurífero en la caja techo, para desbrozar mediante tajeos la pizarra encajonante de la caja piso, con una altura promedio de 1.50 ms. dejando así al manto descubierto con una pequeña caja de pizarra denominada “la circa de mineral”, el mismo que se dispara luego.

El ciclo de minado de las operaciones de explotación considera las operaciones unitarias: perforación, voladura, sostenimiento, limpieza, carguío y transporte de desmonte y beneficio de mineral.

Con el mejoramiento de las operaciones mineras subterráneas se incrementó la cantidad de frentes de trabajo de la empresa en un 57%, con la finalidad de obtener más avance, más exploraciones y mayor producción, pero este aumento naturalmente significa una evidente y consecuente elevación de los costos de operación.

Para el proceso de recuperación, la planta concentradora tiene una capacidad de mineral 18 toneladas por día, para tratar el mineral.

Según los reportes de la planta concentradora, se incremento la capacidad de molienda de minerales en un 100%, este efecto es porque sube a un 30 %, cuando se incrementan los frentes de extracción para producir mayor volumen de mineral, mientras se observa un declive de las leyes de mineral que se extraían, entonces el objetivo principal del plan es la de mejorar las operaciones: “moler mayor volumen de mineral con leyes bajas, y hacer rentable la operación”.

El costo de tratamiento de una tonelada de mineral en la planta concentradora, es de US\$ 15.86 por tonelada tratada. Por lo que nuestra ley de corte operacional es de **13.4** gramos de oro por tonelada de mineral, para un precio del oro muy conservador de \$650.00 dólares la onza entonces la ley de equilibrio para la explotación del Oro es de 5.5 gramos Au / TM.

El presente estudio demuestra claramente que mejorando las operaciones mineras, acondicionando los métodos impirico-practicos a técnicas de ingeniería de minas moderna, con un software informatica, y un gerente proactivo, es posible trabajar minerales de baja ley de Oro.

En la actualidad, CORPORACION MINERA ANANEA S.A. es la encargada de administrar las concesiones de Ana María, a través del accionariado de Cooperativas Mineras, las cuales de acuerdo a la legislación vigente están en proceso de formalización y son las siguientes:

Cooperativa Minera San Francisco de Rinconada Ltda.

Cooperativa Minera Lunar de Oro Ltda.

Cooperativa Minera Cerro San Francisco Ltda.

## ABSTRACT

With the present Thesis field research shows the increase in production and productivity of underground gold mining operations in the mining Ananea Corporacion SA in the mining concession Ana Maria N° 1, located in the hamlet La Rinconada, between the snowy hill Ananea and San Francisco, in the area called Community 21, Santa Ana and Balcon III to 5,000 m by method of room and pillar mining in the gold cloaks. The characteristic of the groundwater is thin, with an average power of 4 cm., And other thins to powers of 0.2, 0.5 and 0.7 cm., Are smoky quartz mantles, dark gray quartz and quartz crystallized azuláceos quite another feature is that it has abundant pyrite, chalcopyrite, and pyrrhotite, with a mixture of abundant sulfides and oxides of Cu, Ag oxides, galena and sphalerite, with an average grade of 25 g / MT. The method of operation is the "room and pillar with circado" method is to carry the mantle or reef gold in the hanging wall, to clear the board by tajeos encajonante flat box, with an average height of 1.50 m. leaving the mantle discovered with a small box of slate called "the ore circa", the same as dispaata then.

The cycle of mining operations considers farm operations: drilling, blasting, ventilation, maintenance, cleaning, loading and transportation of excavated and ore beneficiation. In the optimization of underground mining operations increased the number of working faces of the company by 57%, in order to more forward, more exploration and production increased, but this increase meant an obvious and consequent rise in costs operation. For the recovery process, the concentrator plant has a capacity to treat 18 tons per day ore. According to reports from the concentrator, you increase the ore milling capacity by 100%, this effect is because up to 30% when increasing extraction fronts to produce higher volumes of ore, while observing a decline of the laws of ore were mined, then the plan's main objective is to improve the operations: "grind higher volume of low grade ore, and make the operation profitable."

Treatment of a ton of ore concentrator plant is U.S. \$ 15.86 per tonne treated. So our operational cutoff is 13.4 grams of gold per tonne of ore, for a very conservative gold price of \$ 650.00 an ounce then the law of equilibrium for the exploitation of gold is 5.5 grams Au / TM.

This study clearly demonstrates that optimizing mining operations, preparing impirico-practical methods to mining engineering techniques modern, computer software, and proactive manager, you can work low grade ores GoldCurrently, Ananea MINING CORPORATION SA is responsible for administering grants Ana Maria, meaning through the shareholding of Mining Cooperatives, which according to current legislation are in the process of formalization and are as follows: Mining Cooperative Ltd. Rinconada San FranciscoLunar Gold Mining Cooperative Ltd. Cerro San Francisco Mining Cooperative Ltd.

## **TABLA DE CONTENIDOS**

CARATULA	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN - ABSTRACT	
INTRODUCCION	13

### **CAPITULO I - GENERALIDADES**

1.1 Aspectos Generales	15
1.1.1 Ubicación Política	15
1.1.2 Ubicación Geográfica	15
1.1.3 Accesibilidad a la Mina	16
1.1.4 Fisiografía y Recursos Naturales	17
1.1.5 Clima	18
1.1.6 Flora y Fauna	19
1.1.7 Reseña Histórica de la Mina	19
1.1.8 Propiedades y Derechos Mineros	20
1.1.9 Organización Social-Administrativa	21
1.1.10 Aspecto Social y Recursos Humanos	21
1.2 Geología Regional y Local	22
1.2.1 Formación Sandía	23
1.2.2 Formación Ananea	24
1.2.3 Formación Arco Aja	25
1.2.4 Tectonismo Regional	26
1.2.5 Ciclo Eohercínico	26
1.2.6 Geología Local	28
1.2.7 Geología Puntual o Específica	29
1.2.8 Areas de Explotación de Minerales	31

### **CAPITULO II - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

2.1 Descripción de la Realidad Problemática	33
2.1.1 Diseño de Minado	35
2.2 Antecedentes Teóricos del Problema	35
2.3 Definición y Formulación del Problema	37
2.3.1 Problema Principal	37
2.3.2 Problemas Secundarios	37
2.4 Finalidad y Objetivos de la Investigación	38
2.4.1 Finalidad e Importancia de la Investigación	38
2.4.2 Objetivo General	38
2.4.3 Objetivos Específicos	39
2.5 Justificación de la Investigación	39
2.6 Metodología de la Investigación	40
2.7 Planteamiento Operacional a Corto Plazo	40

### **CAPITULO III - FUNDAMENTOS DE PLAN DE MINADO SUBTERRANEO**

3.1 Definiciones	43
3.2 Objetivos de la Planificación	44
3.3 Ciclo de Planeamiento de Minado	45
3.3.1 Establecimiento de Predicciones	45
3.3.2 Especificación previa de los Objetivos	47
3.3.3 Establecer líneas de acción alternativos	47
3.3.4 Elección de la mejor alternativa posible	48
3.3.5 Especificación y Asignación de objetivos	48
3.3.6 Incorporación al sistema de Control	48
3.4 Naturaleza Jerárquica del Planteamiento	48
3.5 Preguntas Básicas del Planeamiento	49
3.6 Elementos del Planeamiento	51
3.7 Parámetros y variables del Planeamiento	53
3.7.1 Variables	53
3.7.2 Parámetros	54
3.8 Tipos de Planeamiento	55
3.8.1 Planeamiento a Corto Plazo	55
3.8.2 Planeamiento a Mediano Plazo	55
3.9 Técnicas del Planeamiento	56
3.10 Programación y Control en Planeamiento de Minado	57
3.10.1 La Programación	62
3.10.2 El Control en el Planeamiento de Minado	61
3.10.2.1 Sistema de Producción Mina y Control de Operaciones	62
3.10.2.2 Objetivos del Control	62
3.10.2.3 Alcances del Control	64
3.10.2.4 Clases de Control	65

### **CAPITULO IV – OPERACIONES MINERO – METALURGICAS MÉTODO DE EXPLOTACIÓN APLICADO AL PLAN DE MINADO**

4.1 Camaras y Pilares con Circado	67
4.2 Labores de Exploracion	68
4.3 Labores de Preparacion	69
4.4 Frentes de tajeos de mineral	69
4.5 El “Circado de Mineral” o la “Circa”	70
4.6 La “Quiebra del Mineral” o “Quiebra”	70
4.7 Servicios Auxiliares	71
4.8 Ciclo de Minado	72
4.8.1 Perforación y Voladura	72
4.8.2 Sostenimiento	76
4.8.3 Acarreo y Transporte	76
4.8.4 Ventilacion como servicio auxiliar	77
4.8.5 Descripción Planta de Beneficio de Mineral	78



4.9 Descripción del Proceso Metalúrgico de la Planta Concentradora	79
4.9.1 Transporte del Mineral Mina-Planta	81
4.9.2 Tolva de Gruesos	81
4.9.3 Circuito de Chancado	81
4.9.4 Circuito de Molienda y Clasificación	81
4.9.5 Circuito de Gravimetría	82
4.9.6 Circuito N° 2 de Amalgamación	82
4.9.7 El Rebose del Molino Chileno (Trapiche)	83
4.9.8 Circuito de Flotación	83
4.9.9 Circuito de Cianuración	84
4.9.10 Condiciones de Cianuración	85
4.9.11 Eliminación del Cianuro remanente	86
4.9.12 Absorción con Carbón Activado	86
4.10 Reactivos Consumidos	87
4.10.1 Cal Viva	87
4.10.2 Xantato Isopropilico de Sodio (Z-6)	87
4.10.3 Aceite de Pino	88
4.10.4 Hidróxido de Sodio	88
4.10.5 Mercurio al 99%	88
4.10.6 Detergente Industrial	89
4.10.7 Sulfato de Sodio	89
4.10.8 Cianuro de Sodio	89
4.11 Toma de Agua	89
4.11.1 Tratamiento de Relaves y Agua Decantada	90
4.11.2 Descripción de la Cancha de Relaves	90
4.12 Maquinarias y equipo para el Plan de Minado	93
4.12.1 Red de Aire Comprimido	93
4.12.2 Equipo y Materiales de la Corporación	93
4.12.2 Red de Electricidad	94

## **CAPITULO V - PLAN DE MINADO DE LAS OPERACIONES MINERO METALURICAS**

5.1 Programa de motivación de las operaciones	95
5.2 Nuevo metodo de explotacon	96
5.2.1 Corte y Relleno en Desniveles	97
5.2.2 Corte y Relleno Ascendente	97
5.3 Sistema de Perforación y Voladura	98
5.4 Sistema de Acarreo y Transporte	99
5.4.1 Sistema de Rieles	102
5.5 Sistema de Ventilación	103
5.6 Descripción del Beneficio de Minerales	104
5.7 Cumplimiento del Sistema de Seguridad Minera	105
5.8 Mantenimiento de Equipos y Máquinas	106
5.9 Sistema Operativo del Almacén Mina	106
5.10 Manejo Gerencial	107
5.11 Sistema de Seguridad y del Ambiente	108
5.12 Control Sistemático de las Operaciones	110

## **CAPITULO VI - RESULTADOS DEL PLAN DE MINADO SUBTERRANEO**

6.1 Cartillas de Control	113
6.2 Estadística del control de Operación	114
6.3 Estadística de Control de Acarreo y Transporte	118
6.4 Costos y Consumo de Explosivos	122
6.5 Costos de Perforación	127
6.6 Costos de Acarreo y Transporte	130
6.7 Estadística de Beneficio de Minerales	133
6.8 Costo de Beneficio de la Planta Concentradora	140
6.9 Costo de Administración	141
6.10 Ley de Corte y Cut Off Operacional	145
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>151</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>153</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>155</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Acceso a la mina	14
Tabla 1.2	Distancias	15
Tabla 1.3	Temperaturas	18
Tabla 1.4	Concesiones	20
Tabla 3.1	Niveles de Organización	47
Tabla 6.1	Contrata A	115
Tabla 6.2	Contrata B	116
Tabla 6.3	Resumen	117
Tabla 6.4	Contrata A	119
Tabla 6.5	Contrata B	120
Tabla 6.6	Resumen Estadístico	121
Tabla 6.7	Costo de Explosivos	120
Tabla 6.8	Costo de Explosivos	124
Tabla 6.9	Costo de Explosivos	125
Tabla 6.10	Costo de Explosivos	126
Tabla 6.11	Calculo de Costo	128
Tabla 6.12	Calculo de costos por hora	129
Tabla 6.13	Cálculo de Costos por hora	131
Tabla 6.14	Cálculo de costos por hora	132
Tabla 6.15	Processamiento de Mineral de las Contratas A, B, C	134
Tabla 6.16	Resumen del Procesamiento de Mineral	138
Tabla 6.17	Costo de tratamiento de mineral	141
Tabla 6.18	Costo de administración	143
Tabla 6.19	Resumen de costos totales	144
Tabla 6.20	Costo beneficio	146
Tabla 6.21	Número de molidas	147
Tabla 6.22	Iteración de costo – Beneficio	148
Tabla 6.23	Ley de Corte	149

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Plano de Ubicación	17
Figura 1.2	Mapa Geológico de Ubicación	23
Figura 1.3	Corte Geológico del Yacimiento Ana María	25
Figura 1.4	Columna Estratigrafica	27
Figura 1.5	Manto Nivel Santa Ana	30
Figura 1.6	Corte Geológico de Mantos Auríferos	32
Figura 2.1	Vista Panorámica del Yacimiento Ana María	34
Figura 2.2	Vista de las operaciones de Corporación Minera Ananea	36
Figura 4.1	Método de Explotación inicial de cámaras y pilares	70
Figura 4.2	Circado del Manto / Filón	71
Figura 4.3	Malla de perforación – RMR: 51-70 Macizo Rocosó Bueno	73
Figura 4.4	Malla de perforación – RMR: 31-50 Macizo Rocosó Regular	74
Figura 4.5	Malla de perforación - RMR: 20-30 Macizo Rocosó Malo	74
Figura 4.6	Malla de perforación - RMR: <20 Macizo Rocosó muy Malo	75
Figura 4.7	Diseño de Malla Perforación Estándar	75
Figura 4.8	Flow Shet de la Planta concentradora	80
Figura 4.9	Flow Shet de la Planta de Amalgamación – inicial	92
Figura 5.1	Grafico de Corte y Relleno	96
Figura 5.2	Frentes de producción	98
Figura 5.3	Punto de Carguío	101
Figura 5.4	Zona de Carguío	101
Figura 5.5	Ventilador triaxial	104
Figura 5.6	Ciclo del agua de mina	109
Figura 6.1	Producción de oro por contratas	139
Figura 6.2	Ley Promedio de oro en onzas / ton	140
Figura 6.3	Costo – beneficio	146

## INTRODUCCION

Presente tesis de investigación efectuado en la empresa Corporacion Minera Ananea S.A. (CMASA), donde se desarrollo la actividad de pequeña minería con métodos de explotación artesanal, donde se puede aplicarse planeamiento operacional para poder controlar la producción, administración de costos, tratamiento de mineral y su comercializcion similar a la mediana minería, que es sustentable económica y tecnológicamente y en el lugar donde se desarrolla.

La pequeña minería y minería artesanal aurífera han crecido, debido al alza del precio del oro en la cotización internacional, lo que ha originado la informalidad en las minas: Rinconada – Ananea, trayendo consigo estigmas de contaminación ambiental, sobre todo en la cuenca del rio Ramis, donde la legislación minera, sigue siendo insuficiente y de difícil adecuación para estos centros mineros.

La actividad minera a pequeña escala está centrada en la explotación de vetillas y filones auríferos de pequeño grosor pero de alta ley, esto hace que las operaciones mineras no estén bajo un plan de minado adecuado.

El presente trabajo muestra que si es posible pasar de pequeña mineria a mediana escala, eficiente, moderno y mecanizado, con remoción de desmontes entre las 70 y 150 toneladas por día, produciendo minerales de filones auríferos entre las 5

y 10 toneladas por día, con bajos costos de operación, y teniendo un cut-off operacional adecuado que permita trabajar leyes bajas de mineral, basado en un sistema de operaciones de labores de exploración, preparación y producción, aprovechando las técnicas acondicionadas y mejoradas de minerías empíricas.

El presente estudio es realizado en las minas de Ana María, ubicadas en el paraje La Rinconada, distrito de Ananea, Región Puno, a 5000 m.s.n.m., propiedad de la Corporación Minera Ananea S.A. en donde se encuentran las operaciones de Comuni 21, Santa Ana y Balcon III, se explota un yacimiento aurífero de oro filoneano cuya ocurrencia se da en mantos de cuarzo de 3 cm. de potencia, con secuencias de pizarras, lutitas y cuarcitas como rocas encajonantes.

Los resultados de plan de minado operacional por cada guardia y contrata más el control detallado de los costos de operación y control de la producción de la mina, se puede definir y financiar los costos y operaciones mineras a realizarse.

Con una buena administración gerencial y operativa, con metas programadas, se logrará elevar la capacidad de la planta concentradora, elevar sustancialmente la producción, y mejorar así los ingresos económicos de la empresa, trayendo consigo un mejor bienestar social y económico, contribuyendo al desarrollo de la patria y demostrando que con orden, dedicación y planificación, se puede dar un paso más, sustituyendo la minería artesanal, para pasar a ser pequeños y medianos productores mineros.

## **CAPITULO I**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1 ASPECTOS GENERALES**

##### **1.1.1 UBICACIÓN POLÍTICA**

Las minas de Ana María se encuentran dentro de la jurisdicción del distrito de Ananea, Provincia de San Antonio de Putina, Región Puno, República del Perú.

##### **1.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

Se ubican en el extremo Sur Oriental del Perú, al Nor este de la Región Puno, en el extremo sur de la cordillera oriental de los andes, dentro de la cordillera Carabaya en la zona Nor oriental de la meseta del Collao.

Las Operaciones de la Corporacion minera Ananea S.A. se ubican dentro de la concesión Ana María N° 1, en el paraje La Rinconada, entre el

nevado Ananea y el cerro San Francisco, en el sector denominado Santa Ana, Balcon III a 5,007 m.s.n.m.

### **COORDENADAS GEOGRAFICAS                      COORDENADAS UTM**

LATITUD SUR:        14°37'26"    Norte: 8383034  
LONGITUD OESTE: 69° 26'48"    Este: 452205

#### **1.1.3 ACCESIBILIDAD A LA MINA**

Desde la capital de la República - Lima, se accede mediante vía terrestre y aérea, hasta la ciudad de Juliaca, y desde la capital de la Región Puno, Puno se accede a la mina siguiendo las rutas PE-34A y PE-34G de la red vial nacional, y el empalme con la ruta 27, siendo la ruta más accesible, comercial y transitada la que se presenta en el siguiente cuadro:

**TABLA 1.1: ACCESO A LA MINA**

De:	Hacia:	KMS	condición
Puno	Juliaca	45 Km	Asfalto
Juliaca	Taraco	32.9 Km	Asfalto
Taraco	desvío Putina	17.1 Km	Asfalto
desvío Putina	Huatasani	21.6 Km	Asfalto
Huatasani	Putina	20.2 Km	Asfalto
Putina	Quilcapuncu	15.2 Km	Afirmado
Quilcapuncu	Toco Toco	23 Km	Afirmado
Toco Toco	Pampilla	16.1 Km	Afirmado
Pampilla	Ananea	10.9 Km	Trocha
Ananea	Rinconada	7 Km	Trocha
Distancia Total PUNO - LA RINCONADA = 209 Kms			
tiempo aproximado de viaje = 5 horas			

FUENTE: PROPIO

El tiempo de viaje dura 5 horas en promedio, de acuerdo a las condiciones de la ruta, del vehículo y del clima, se puede optar por el transporte particular en camioneta pick up o rural, o el servicio de transporte público en buses que parten desde la ciudad de Juliaca.



TABLA 1.2: DISTANCIAS

cuadro de distancias significativas		
Puno	Rinconada	209 Km
Juliaca	Rinconada	164 Km
Lima	Puno	1542 Km
Lima	Juliaca	1497 Km
Lima	Rinconada	1662 Km

FUENTE: PROPIA

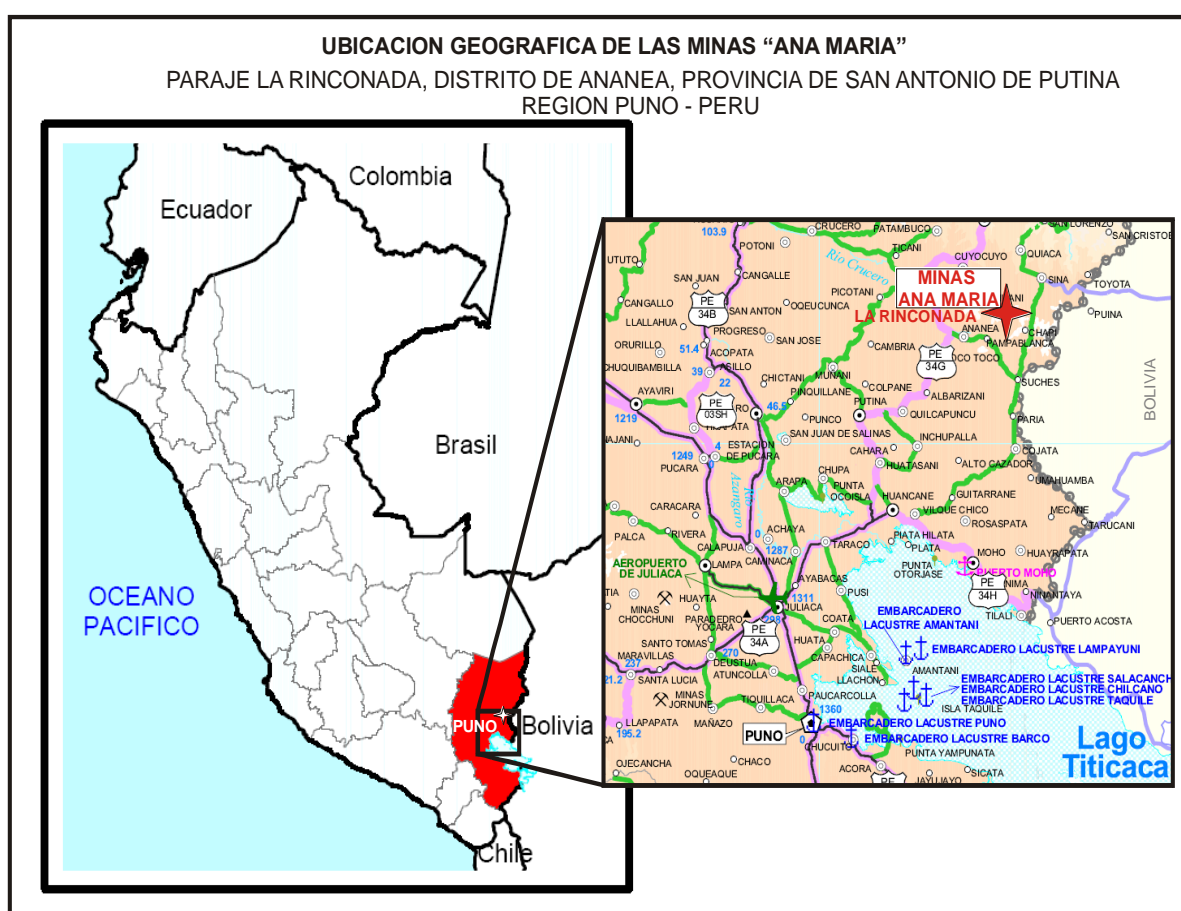


FIGURA 1.1: PLANO DE UBICACIÓN

FUENTE: DREM PUNO

#### 1.1.4 FISIOGRAFÍA Y RECURSOS NATURALES

La mina presenta un relieve accidentado, con predominancia de estructuras de pizarra como se puede ver en los cerros: San francisco, Lunar y de los nevados Ananea; sobre el relieve de pizarra hay depósitos menores

cuaternarios de grava y morrenas producto del deshielo glacial, con predominancia de acumulación de desmontes y cantos de pizarra producto de la erosión natural, y gran cantidad de desmontes producto de la intensa actividad minera existente por más de 400 labores artesanales trabajadas desde años atrás y del presente.

El principal recurso natural de la zona es el Oro que se encuentra en los diferentes mantos del yacimiento, y el siguiente recurso natural importante es el Agua, que se encuentra acumulada en las nieves perpetuas de los nevados, la cual es aprovechada para el consumo humano e industrial, de los deshielos, pozos en el hielo, escurrimientos subterráneos, afloramientos y bombeo de las labores mineras.

#### 1.1.5 CLIMA

El clima es muy frío y seco propio de la región Janca o Cordillera, caracterizado por Tres temporadas definidas las cuales son: temporada de heladas de Mayo a julio, temporada de vientos de Agosto a Octubre y temporada de nevadas de Noviembre hasta Abril; la temperatura media anual es de 8°C, registrando máximas de 20°C y mínimas de -27°C.

**TABLA 1.3: TEMPERATURAS**

CUADRO DE TEMPERATURAS						
	Temporada de Heladas		Temporada de Vientos		temporada de nevadas	
Temperatura	Mayo	Julio	Agosto	Octubre	Noviembre	Abril
Promedio	7°C		8°C		10°C	
Máxima	20°C		18°C		17°C	
Mínima	-27°C		-16°C		-12°C	

FUENTE: PROPIA

### 1.1.6 FLORA Y FAUNA

La Mina presenta escasa Flora, en las faldas de los cerros crece el Ichu, y algunos musgos y líquenes, en la zona, al momento del desarrollo de la presente tesis prácticamente no hay flora alguna; con respecto a la Fauna llegan a la zona algunas aves estacionales como las gaviotas, ratones, y gorrión andino pero en poblaciones ínfimas.

### 1.1.7 RESEÑA HISTÓRICA DE LA MINA

Desde el Incanato se trabajó este yacimiento, con algunas trincheras y excavaciones a media barreta en la zona, pero la mayor zona de extracción de oro de esa época fueron las morrenas del yacimiento contiguo de San Antonio de Poto.

En el Virreynato, la compañía de Jesús (Jesuitas) realizó trabajos mineros en la zona, apoyados por las encomiendas y la disponibilidad de mano de obra de las mitas obligatorias a los indios, fue una etapa de crueldad y abuso que llegó a su fin con la expulsión de los Jesuitas por orden del Virrey Toledo.

En la República, los trabajos se realizaban principalmente en los contornos del yacimiento y en la parte baja cerca a la laguna La Rinconada, los trabajos más representativos los realizó la empresa Rinconada mining Co., Ltd. (de capitales ingleses), también trabajaron familias como los Peña Prado, Arrospide, Ford, etc, con trabajos escasos ya que las nieves perpetuas de los nevados no permitieron identificar el real potencial del yacimiento.

Cabe resaltar las visitas del sabio Antonio Raymondi, quien en sus registros hace hincapié de los nevados del Ananea, haciendo notar la presencia de recursos de oro filoneano y de gravas auríferas en las pampas de San Antonio de Poto, quien concluye que la naciente del río Inambari y sus recursos auríferos provenían de la cordillera Carabaya.

#### 1.1.8 PROPIEDADES Y DERECHOS MINEROS

Don Alfredo Tomás Cenzano Cáceres a partir del año de 1947, guiado por los escritos del sabio Antonio Raymondi, en su obra “El Perú”, llega ávido de realizar exploraciones en los nevados de Ananea, cerro San Francisco y cerro Lunar; y a partir del año de 1952, ampara o denuncia las minas Ana María, del paraje La Rinconada, más conocidas actualmente como las minas La Rinconada.

**TABLA 1.4: CONCESIONES**

CRONOLOGIA DE LOS DENUNCIOS DE LAS MINAS ANA MARIA					
FECHA	PARTIDA N°	PADRON N°	HECTAREAS	NOMBRE DEL DENUNCIO	NOMBRE DEL DENUNCIANTE
08/02/1952	611	58	105	ANA MARIA	A. TOMAS CENZANO CACERES
01/09/1967	6374	59	152	ANA MARIA N°1	A. TOMAS CENZANO CACERES
25/04/1978	6904	603	132	ANA MARIA N°2	A. TOMAS CENZANO CACERES
25/04/1978	6905	604	100	ANA MARIA N°3	A. TOMAS CENZANO CACERES
14/11/1978	7079	66	930	ANA MARIA N°4	A. TOMAS CENZANO CACERES

FUENTE: TOMAS CENZANO

En la actualidad CORPORACION MINERA ANANEA S.A. es la encargada de administrar las concesiones Ana María, del paraje la Rinconada, Empresa que representa y administra en nombre de las 3 cooperativas las

mismas que forman parte de CMASA, y se encuentran representadas por la Central de Cooperativas Mineras de la Rinconada y Lunar Ltda. CECOMIRL LTDA, Don Tomás Cenzano mantiene un 13% de acciones de CMASA.

#### 1.1.9 ORGANIZACIÓN SOCIAL-ADMINISTRATIVA

La base de la organización social-administrativa de las minas, se manifiesta en agrupaciones de mineros, las cuales de acuerdo a la legislación vigente forman la Central de Cooperativas Mineras de la Rinconada, las que a su vez forman parte de Corporación Minera Ananea S.A. las mismas que están en proceso de formalización y son las siguientes:

Cooperativa Minera San Francisco de Rinconada Ltda.

Cooperativa Minera Lunar de Oro Ltda.

Cooperativa Minera Cerro San Francisco Ltda.

#### 1.1.10 ASPECTO SOCIAL Y RECURSOS HUMANOS

El pueblo minero de La Rinconada a 5050 m.s.n.m., con sus 40,000 pobladores entre mineros, comerciantes, transportistas, acopiadores de oro, molineros, entre otros, representa un pilar importante en la economía regional, pese a la informalidad aparente, es una población gran-consumista de materias-primas, combustible, energía eléctrica, alimentos, maquinarias, ferretería, tele-comunicaciones, y abarrotes en general, ya que todo lo que consume La Rinconada es abastecida por los mercados locales de Juliaca y de las provincias de: Putina, Sandía, Huancané, Azángaro, etc., también es uno de los mercados principales de empresas nacionales como Electro Puno y

Petro Perú, además de cientos de empresas privadas nacionales y extranjeras que distribuyen todos los insumos que la minería requiere (maquinarias, explosivos, polietileno, fierros, alambres, plásticos, barrenos, metal-mecánica, etc. etc.), y con semejante movimiento económico La Rinconada contribuye con el desarrollo directo e indirecto de miles de familias, además, puesto que cualquier venta de insumos o servicios antes descrito están gravados automáticamente por el IGV, la cantidad de impuestos que representa para el erario nacional es significativa, pero hasta el momento no muy considerada por el mismo. Y lo más importante es que este centro minero muchas veces satanizado y vilipendiado con malas intenciones, contribuye con dar ocupación a miles de trabajadores de las provincias de Puno y del resto del país, y en un país que adolece de empleo para sus generaciones, este centro minero soluciona esta problemática.

## **1.2 GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL**

Dentro de las concesiones y minas Ana María se encuentran los siguientes grupos geológicos:

Formación Sandia

Formación Ananea

Formación Arco Aja

Morrenas y depósitos aluviales cuaternarios.

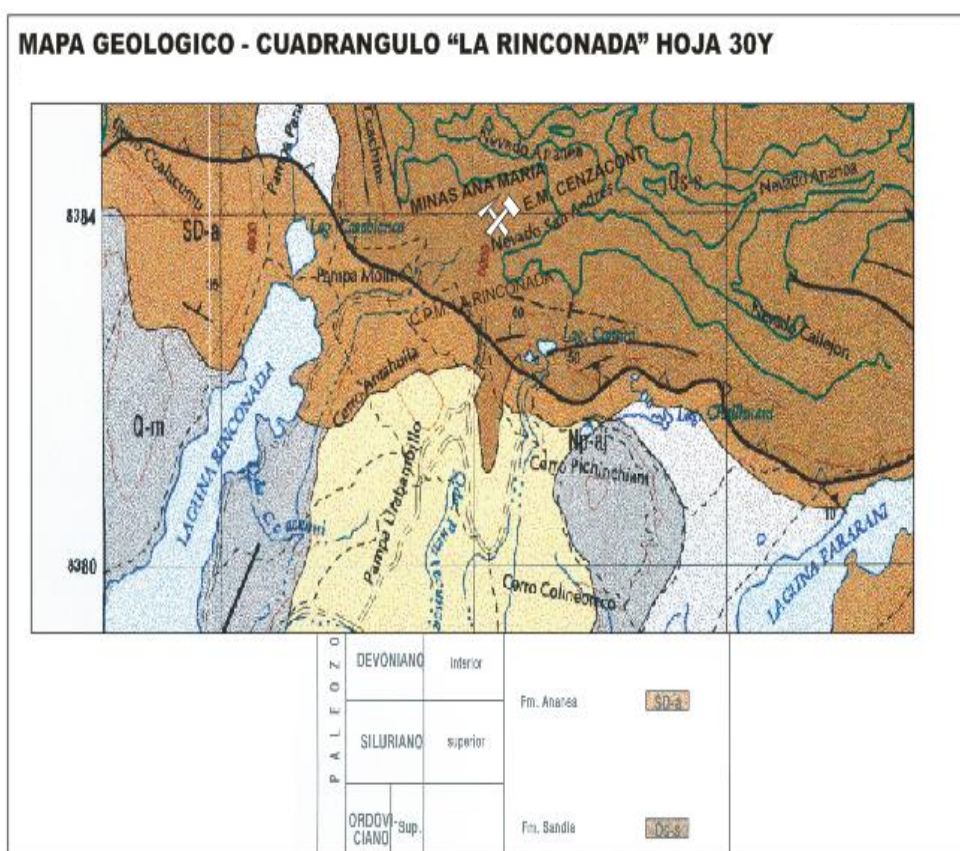
La zona de Comuni 21, Santa Ana y Balcon III, en donde se encuentran las operaciones de la Corporacion Minera Ananea S.A., pertenece a la Edad Geológica de la Formación Sandia.

La ubicación geológica del yacimiento aurífero Ana María se presenta de la siguiente manera:

- ERA: Paleozoica Inferior
- SISTEMA: Ordoviciano Superior
- SERIE: Caradociano
- UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA: Formación Sandia

### 1.2.1 FORMACIÓN SANDIA

Según (LAUBACHER 1978) La formación Sandia está definida como una secuencia detrítica de cuarcitas con pizarras negras en capas gruesas a medianas, con un espesor aproximado de 1,500 mts.



**FIGURA 1.2: MAPA GEOLOGICO DE UBICACIÓN**

FUENTE: INGEMMET

La formación Sandia presenta un conjunto de Siltitas finas y pizarras negras, con una foliación paralela predominante, las estructuras sedimentarias internas son variadas formando dunas de varios kilómetros de longitud de onda, presentando laminaciones paralelas y con niveles de reactivación arcillosa dentro de las juntas y fallas del tectonismo.

Esta formación se habría sedimentado en un ambiente de llanura Tidal, por tratarse de una sedimentación impuesta por Siltitas y Lutitas, cuyas estructuras internas corresponden a “Flaser Bedding”, “Lenticular Bedding”, “Wave Bedding” y otras, que posteriormente fue afectada por el proceso Ehorciniano hace 400-450 millones de años

Esta unidad geológica aflora ampliamente desde la zona sub-central hacia el norte de todo el yacimiento, formando los cerros y nevados del Ananea, con una continuación hacia las zonas posteriores de: Cuyo Cuyo, Risopata, Vilacota, Sorapata, Huancasayane y Untuca, las cuales también presentan mantos auríferos.

Su contacto estratigráfico con la unidad infrayacente no se observa, mientras que el contacto con la formación Ananea es anormal a través de un sobrecurrimiento o fallamiento inverso que muestra a la formación Sandia cabalgando sobre la formación Ananea.

### 1.2.2 FORMACIÓN ANANEA

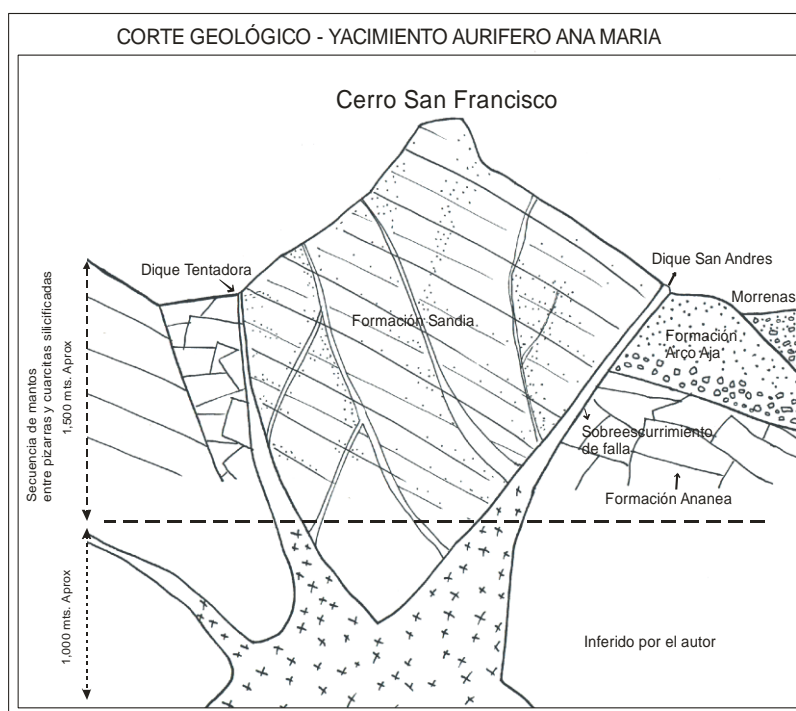
Según (LAUBACHER 1978) La formación Ananea consiste en una gruesa serie de pizarras y esquistos epimetamórficos, la litología de esta



formación corresponde a una homogénea y monótona sucesión de pizarras negras en paquetes de 20 a 80 cm., afectada por una esquistosidad de flujo, que en muchos casos impide observar la estratificación y micropliegues.

### 1.2.3 FORMACIÓN ARCO AJA

Unidad que se encuentra restringida a la depresión de Carabaya, alcanzando un grosor aproximado de 120 mts, constituida por horizontes de arcillas, gravas, y conglomerados con niveles lenticulares de areniscas, la composición de los rodados es predominantemente cuarcitas, pizarras y algunos intrusivos de la edad del Mioceno; en esta unidad se incluyen acumulaciones de sedimentos detríticos de origen aluvial, coluvial, eólico y glacial.



**FIGURA 1.3: CORTE GEOLÓGICO DEL YACIMIENTO ANA MARIA**

FUENTE:  
LAUBACHER

#### 1.2.4 TECTONISMO REGIONAL





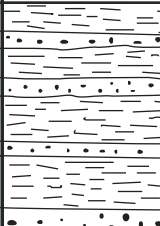

Durante el Paleozoico inferior y específicamente en tiempos del Ordovícico (formación Sandia), el área se situaba en una plataforma estable posiblemente en continuidad con el cratón brasileño. Una llanura Tidal instalada sobre esta plataforma recibía aportes de areniscas, finas Siltitas y arcillas; el origen de estos aportes son difíciles de saber, pues las llanuras Tidales son zonas de trabajo de sedimentos, quizás la zona de aportes era de relieve plano y cubierta de una vegetación primaria, posteriormente una fase tectónica compresiva, acompañada de un metamorfismo epizonal afectaría esta parte de la cuenca, a estos eventos se sumo una actividad magmática representada por una serie de intrusiones de carácter granítico, quedando así formada la cadena Eohercínica.

Los depósitos de oro filoneo del metalotecto de las minas Ana Marías, están relacionados a la Orogenia Eohercínica de origen hidrotermal del Paleozoico inferior, la cual debido a la discontinuidad de metamorfismo, indicarían que la cadena Eohercínica se levantó y fue sometida a erosión.

#### 1.2.5 CICLO EOHERCÍNICO

Se presenta en el paleozoico inferior, sobre la llanura Tidal, es una fase producida por un plegamiento acompañado de un metamorfismo regional con eventos de actividad magmática, representada por una serie de intrusiones de carácter granítico, con asociación mineralógica consistente en muscovita,

clorita y sericita, que sugiere un metamorfismo de tipo epizonal, con relaciones de esquistos – falla.

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA						
YACIMIENTO AURIFERO "ANA MARIA" - MINAS LA RINCONADA						
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOSTRATIGRÁFICA	GROSOR mts.	LITOLOGIA	DESCRIPCIÓN
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	DEPÓSITOS GLACIO FLUVIALES			conglomerados sub-redondeados
			DEPOSITOS MORRENICOS	60		Morrenas y gravas subangulosas litológicamente heterogeneas
		PLEISTOCENO	DEPÓSITOS GLACIO - FLUVIALES	30		gravas subredondeadas y subangulosas, lutitas y siltitas conglomeradas
	NEOGENO	PLIOCENO	FORMACIÓN ARCO AJA	50		conglomerados poco consolidados intercalados con lodolitas
PALEOZOICO	DEVONIANO	SILURIANO	FORMACIÓN ANAHEA	800		pizarras gris oscuras con características laminares, niveles pelíticos micaceos y delgados, abundantes juntas desordenadas. Capas de areniscas cuarzosas
	SUPERIOR	CARADOCIANO	FORMACIÓN SANDIA	1.500		secuencias de pizarras con características laminares, intercaladas con limoarcillas, probablemente del grupo San Jose

AUTOR: CARLOS CENZANO DEPAZ

FIGURA 1.4: COLUMNA ESTRATIGRAFICA

FUENTE: INGEMMET

### 1.2.6 GEOLOGÍA LOCAL

Las operaciones mineras de la Corporación Minera Ananea, están emplazadas en estructuras de vetas de cuarzo mineralizadas en forma de mantos, los mantos son de cuarzo ahumado grisáceo con presencia de pirita, arsenopirita, pirrotita, galena sulfuros de Cu y fundamentalmente Oro en diferentes tamaños (microscópicos y en forma de “charpas”), estos mantos están encajados en pizarras intercaladas con cuarcitas silificadas, la potencia promedio de los mantos es de 4 cm. Presentándose en fajas delgadas, y en algunos tramos milimétricos, con una mineralización discontinua.

Los mantos son de origen hidrotermal, habiendo sido guía las cuarcitas durante el ascenso de los flujos mineralizantes, siendo por lo tanto contemporáneos con las sedimentación del Paleozoico inferior, los cuales han sido afectados por la orogenia Eohercínica.

Localmente las estructuras geológicas en la zona de trabajo de la empresa, se ven influenciadas por el dique Tentadora, en adelante simplemente “el dique”, el cual tiene una influencia de sub-fallamiento de hasta 200 metros en su caja techo y piso.

El dique es una falla inversa con relleno, pero todos los mineros de la zona lo conocen con este nombre y atribuyen la mineralización y formación de placeres y clavos auríferos a su cercanía e influencia en los mantos que están contiguos al mismo; el Dique tiene un rumbo promedio de R 125° azimutales, un buzamiento promedio de 35°, y su potencia es variable ya que desde la cota 5,300 hasta 5,100 mantiene una potencia de 1.5 metros, en la

cota de los trabajos de la empresa (cota 5,000) tiene 25 centímetros, y en profundidad llega a 2.00 centímetros de potencia (cota 4950), y en algunas zonas la estructura se muere, quedando entre sus rocas encajonantes solo un halo de calcita. El material de relleno del “dique”, es Cuarzo blanco lechoso, con sus rocas encajonantes muy falladas y afectadas por el sobre-escurrimiento de agua, por lo que el dique en su conjunto es una estructura oxidada, y deleznable, incluso el cuarzo lechoso en algunas zonas se torna de color anaranjado. El Dique es responsable de un intenso fallamiento a sus cajas contiguas manifestado por pequeñas fallas y juntas agrupadas en tres familias, las de R 70° Az, R 190 Az y R 140 Az, de las cuales la primera familia es la más importante y sirve de control mineralógico ya que interseca la estructura del dique, y se le asocia a la aglomeración de altas leyes de mineral.

#### 1.2.7 GEOLOGÍA PUNTUAL O ESPECÍFICA

MANTO NIVEL SANTA ANA.- manto que mantiene potencias promedio de 4 cm. de característica irregular, compuesto por cuarzo levemente ahumado, y aglomeraciones de cuarzo lechoso, con ínfimas trazas de piratas, se mantiene pegado a sus rocas encajonantes, las cuales en el nivel superior presenta una capa de 40 cm. de cuarcita, la caja piso es de 80 cm. de pizarra, la ley promedio del manto es de 12 gr/ton.



**FIGURA 1.5: MANTO NIVEL SANTA ANA**

FUENTE: PROPIA

MANTO DOS NIVEL COMUNI 21.- El manto se encuentra encajonado en una estructura de pizarra de 80 cm. y secundado por dos capas de cuarcita silisificada de 30 cm., dentro de su estructura encajonante su comportamiento es variable sin pegarse a su caja techo mantiene potencias onduladas de 2 cm. en promedio, y en algunas zonas se ramifica y sub-divide en hasta 2 vetillas ondulantes, es un manto discontinuo y en algunas zonas errático, las vetillas son de cuarzo gris, con leyes de 22 gr/ ton., y la estructura encajonante de 2 gr/ton.

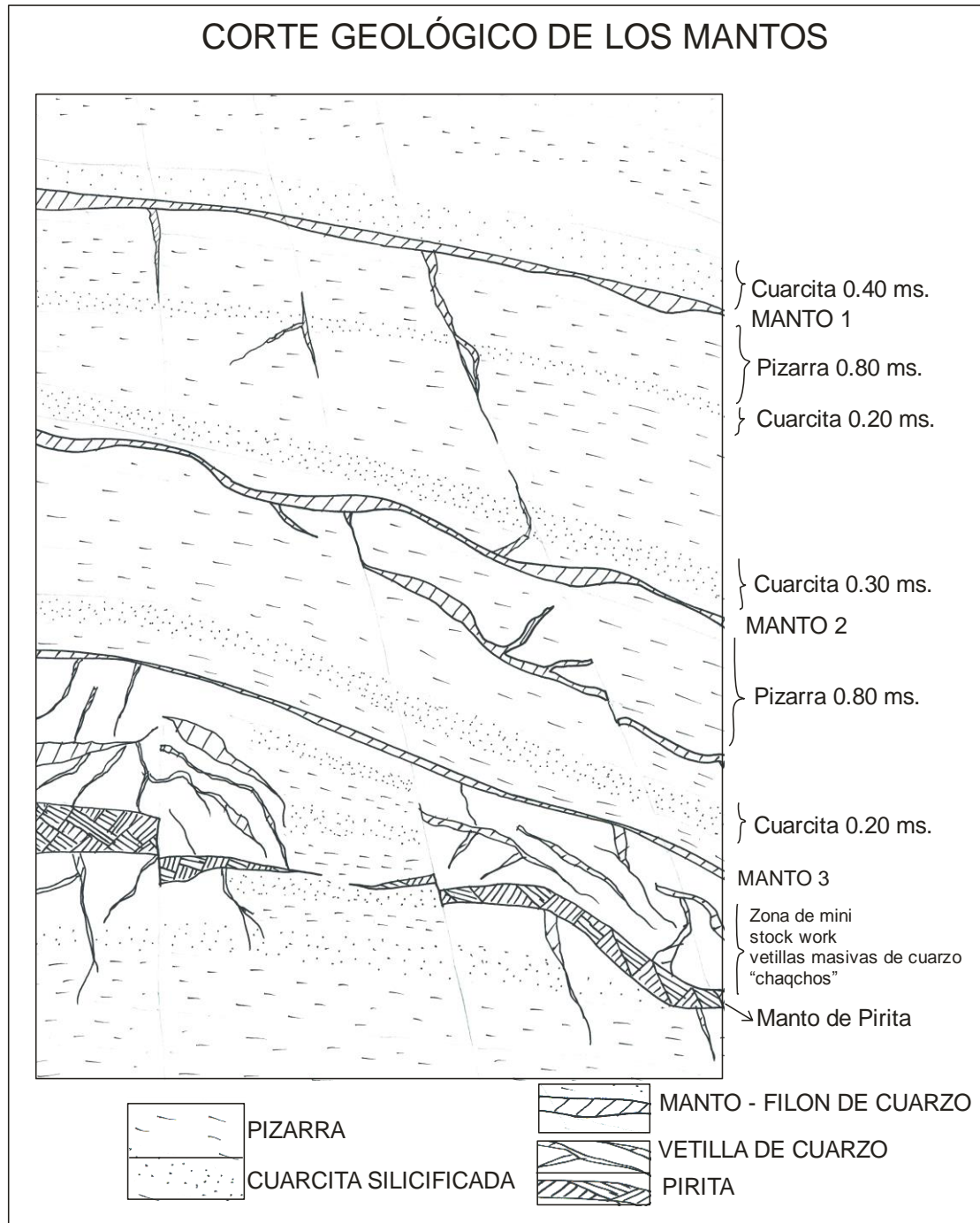
MANTO TRES NIVEL COMUNI 21.- Su principal característica es que es un manto delgado, con un promedio de potencia de 2 cm., mantiene en

largos tramos su potencia y en otros se adelgaza a potencias de 0.2, 0.5 y 0.7 cm., es un manto compuesto de cuarzo ahumado, cuarzo gris oscuro y cuarzos azuláceos muy cristalizados, otra característica principal es que este manto tiene abundante pirita, calcopirita, y pirrotita, con una mezcla de abundantes sulfuros y óxidos de Cu, óxidos de Ag, galena y blenda, con una ley promedio de 25 gr/ton; otra particularidad es que a 1.5 ms. de su caja piso va acompañado por una estructura en forma de manto de pirita, o un manto de pirita en forma masiva, con potencias variables y discontinuas, que en algunas zonas tiene de potencia 30, 20 y 5 cm., y en algunas zonas desaparece.

En algunas zonas denominadas zonas de stock Works, entre el manto de pirita y el manto de cuarzo, se forman unas estructuras de trazas y vetillas de cuarzo que aparecen en forma masiva, las cuales son conocidas con el nombre de “Chaqchos”, que en su conjunto tienen leyes de 20 a 40 gr/ton, y debido al volumen que representan, su explotación resulta interesante.

#### 1.2.8 AREAS DE EXPLOTACIÓN DE MINERALES

La Administración de Corporación Minera Ananea S.A. Otorga a sus contratistas áreas de trabajo o áreas de explotación de mineral, en un contrato que estipula el pago de regalías en Oro, y demás obligaciones que el contratista debe cumplir.



**FIGURA 1.6: CORTE GEOLOGICO DE MANTOS AURIFEROS**

FUENTE: PROPIA



## **CAPITULO II**

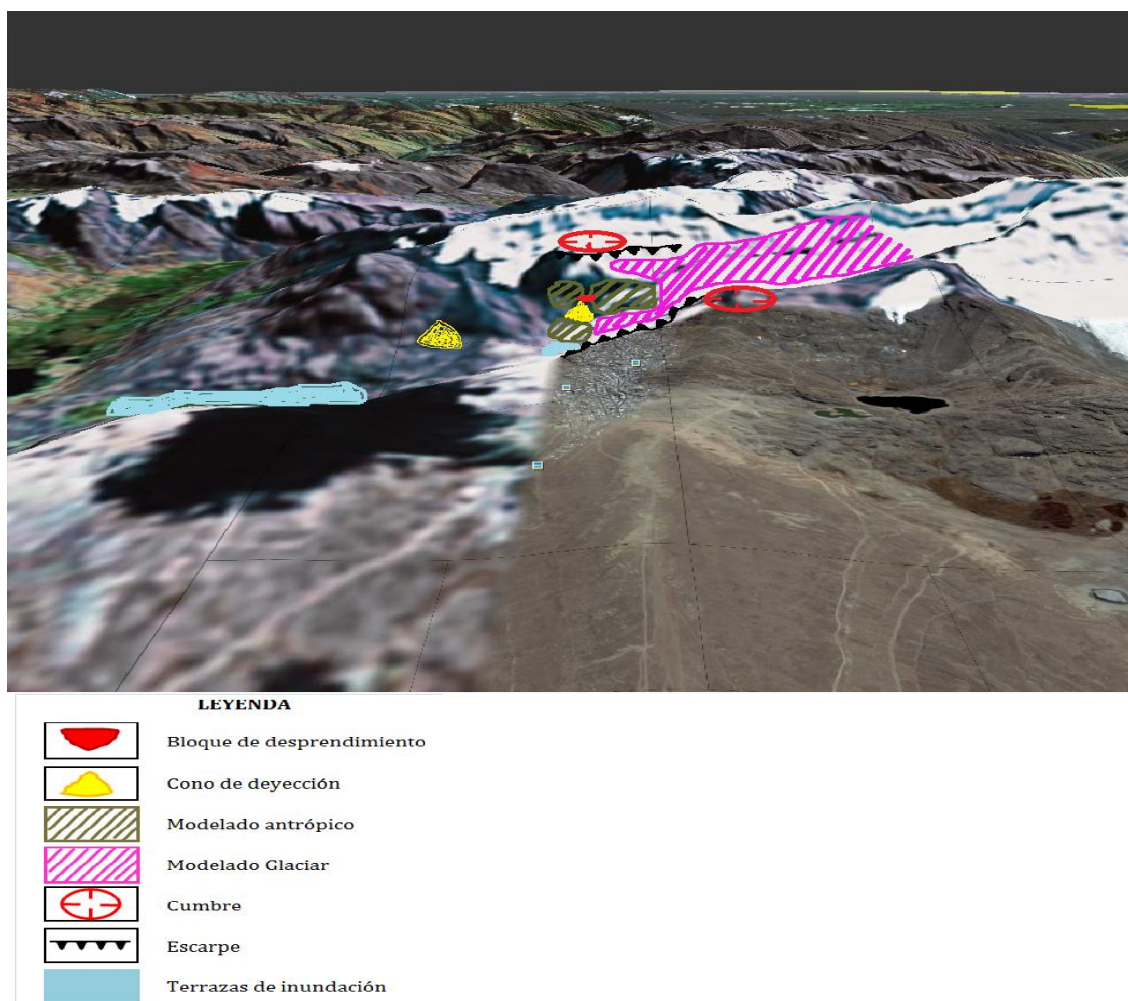
### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

La Corporacion minera Ananea S.A. es una empresa que desarrolla actividades de minería artesanal semimecanizada, siguiendo métodos empírico-prácticos, los cuales se desarrollan en el yacimiento aurífero Ana María de Puno, los métodos y técnicas de trabajo permiten la obtención de minerales auríferos, en donde hace falta una modernización de sus operaciones mineras, para que sean tendientes a ser competitivas y pasar de pequeña minería a mediana minería.

La realización del planeamiento operativo es un diagnóstico de las posibilidades, mediante un proceso intelectual que consiste en el análisis integral de los factores de producción dentro de la empresa, sus limitaciones internas y externas; y todo aquel que guarda relación con la elección de un objetivo a lograrse. El plan, constituye el resultado de todo proceso de planeamiento, de este modo, los objetivos de la organización, sus políticas, estrategias, presupuestos, procedimientos, reglas y

programas que se traducen en un plan, para cumplir los objetivos de la empresa en cuanto a acciones y resultados.



**FIGURA 2.1: VISTA PANORAMICA DEL YACIMIENTO ANA MARIA**

FUENTE:  
DREM - PUNO

### 2.1.1 DISEÑO DE MINADO

El diseño se basa en las características geológicas y geomecánicas del yacimiento teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Tipo de roca: pizarra

Estructura: manto

Rumbo: Norte - Sur

Buzamiento: 25 a 30 grados de inclinación hacia el sur

Potencia: promedio de manto 0.08mts

Separación: entre manto y manto: 30 mts

Macizo rocoso: competente

Rocas encajonantes: pizarras y pizarras cuarcíferas

Es una necesidad tener un planeamiento de minado para determinar la secuencia de extracción del mineral y del desmonte. Considerando esta la razón y la importancia de maximizar la extracción y la calidad del mineral usando un modelo tridimensional de bloques como base de cálculo. El modelo es creado con información geológica obtenida de la información de exploración.

## 2.2 ANTECEDENTES TEÓRICOS DEL PROBLEMA

La minería de pequeña escala desarrolla su planeamiento operacional utilizando herramientas básicas para la extracción de minerales auríferos, debido a que en los últimos años, hay un aumento en el precio de los minerales se comienza a implementar e incrementar la producción.

En la pequeña minería continua la falta del orden y tecnología en sus operaciones mineras, siguen trabajando con métodos empíricos, y adolecen de planeamientos de minado, proyección y programas de exploración, mejoramiento de recuperación metalúrgica, sistemas de gerencia modernos, sistemas de control de costos, implementación de sistemas de seguridad, etc.



**FIGURA 2.2: VISTA DE LAS OPERACIONES DE CORPORACION MINERA ANANEA**  
FUENTE: PROPIA

Los parámetros para el diseño de tajos para el método de explotación empleado, consistió primero en dimensionar los tajos de acuerdo al tipo de roca encajonante que en este caso se trata de metasedimentos competentes, en ocasiones zonas de falla o alteraciones con lo que se determino que el ancho de la cámara sea de 4 m, los pilares de 2m x 2m., mediante las siguientes premisas:

- a) El Planeamiento es una toma de decisiones por anticipado, cuyo proceso determina que hacer y como hacerlo, antes de que se requiera la acción.
- b) El Planeamiento es un sistema de decisiones que surge cuando el estado futuro que se desea alcanzar implica un conjunto de decisiones interrelacionados.
- c) El Planeamiento es un proceso que se dirige a producir un estado que se desea y que no puede alcanzarse a menos que antes se emprenda la acción correcta. Entonces un buen plan de minado pretende evitar futuras acciones incorrectas; como reducir pérdidas de oportunidades.

## **2.3 DEFINICIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.3.1 PROBLEMA PRINCIPAL**

¿Cómo perfeccionar las operaciones mineras de la empresa Corporacion Minera Ananea, para conducirla de pequeña minería a mediana minería, tomando en cuenta las condiciones sui-generis del yacimiento donde opera?

### **2.3.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS**

- a) ¿Cómo adecuar los métodos empírico-prácticos de la operación actual, para ordenarlos de forma medible cualitativa y cuantitativamente?
- b) ¿Cómo modernizar y sistematizar el manejo de sistemas de control de costos y producción con trabajadores mineros con niveles de educación básicos?
- c) ¿Cómo conseguir la relación recomendable entre el costo y beneficio?

## **2.4 FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.4.1 FINALIDAD E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La finalidad de la investigación, es mejorar las operaciones de las labores en una empresa minera de pequeña escala, para que pueda aumentar la capacidad de producción de minerales auríferos provenientes de mantos de cuarzo de reducida potencia, con desarrollo de labores hacia zonas profundas del yacimiento para trabajar leyes bajas, y hacer rentable la operación minera.

La elección del método de explotación a aplicar a la Corporacion Minera Ananea, dependera de numerosos factores tales como:

- Profundidad de las labores mineras;
- Forma e inclinación del depósito;
- Distribución de leyes de mineral; y
- Características geomecánicas de las rocas encajonantes,
- Costos de explotación, etc.

### **2.4.2 OBJETIVO GENERAL**

Conducir las operaciones mineras de tipo artesanal – empírico de la empresa, hacia un modelo de operación de minería de mediana escala, con la consecuente generación de utilidades por la explotación y tratamiento de minerales auríferos, con aplicación de un sistema de gerencia moderno, con controles de costos recomendables, buen ambiente laboral para el personal, tecnología de bajo costo operativo, logrando la mejor relación costo-beneficio

que permita elevar la producción de mineral y que se puedan explotar leyes bajas de los filones auríferos de la mina, haciéndola sustentable económicamente.

### 2.4.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos que se tienen son:

- a) Búsqueda de un adecuado sistema de control de costos enfocados a las actividades de Perforación-Voladura, Acarreo-Transporte y control de explosivos.
- b) Establecer un sistema de gerencia empresarial adecuado al tipo de trabajo de la empresa y el manejo racional de recursos humanos.
- c) Implementar un programa de ejecución de labores de exploración, desarrollo y preparaciones de acuerdo a las condiciones de las zonas mineralizadas, para un mejor descubrimiento y cubicación de reservas económicas.

## 2.5 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN

Este proyecto en si muestra una explotación de yacimientos auríferos primarios en la Region Puno en forma artesanal sin la tecnología necesaria de la actualidad por lo que podemos identificar y cuantificar sus principales riesgos, internos y externos y determinando que si es posible la aplicación de un planeamiento operacional para aumentar la producción de extracción y tratamiento de minerales auríferos.

Con este aporte se puede observar los principales retos y dificultades del negocio minero en general, una empresa pequeña con accionariado difundido de 450 personas denominadas contratistas en minería subterránea en particular se puede realizar su administración para generar mayor producción y cuales son las principales variables que interviene al momento de una decisión de inversión y control de costos y que combine el riesgo y rendimiento.

## **2.6 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La metodología de investigación utilizada para el presente trabajo es la recopilación de información del sector mediante fuentes primarias y secundarias, a partir de los cuales se tomaron los primeros conceptos para conocer los procesos que se realizan dentro de una empresa minera.

Las fuentes primarias fueron entrevistas a ingenieros y trabajadores de CMASA, a personas vinculadas al sector minero, asesores y especialistas en tecnología-economía minera.

Las fuentes secundarias fueron artículos, libros, revistas, páginas de Internet relacionadas con la minería aurífera.

## **2.7 PLANEAMIENTO OPERACIONAL A CORTO PLAZO**

Es la encargada de realizar los planes diarios, semanales y las mensuales hasta completar el plan anual, el planeamiento de corto plazo es clave por estar ligada directamente con la operación diaria de mina. Dentro del planeamiento de corto plazo se cuenta con información mas detallada de blasthole a partir del cual se desarrolla un modelo de corto plazo, la perforación de blasthole puede ser



suficiente para cubrir una semana del plan y para las próximas semanas se usa una combinación del modelo de corto plazo con el de largo plazo para completar la información para el planeamiento mensual, trimestral y anual.

Los planes mensuales, por su carácter dinámico que tienen en la práctica, pueden ser revisados al final de cada mes para ver la incidencia en los planes trimestrales.

Estos planes controlan la operación de minado diario relacionada con:

- Consumo de brocas, barras de perforación
- Consumo de combustible de equipos diesel
- Consumo de ANFO, cartuchos de dinamita y accesorios de voladura
- Consumo de horas maquina en perforación, carguio, acarreo y transporte
- Disponibilidad mecánica y operativa de equipos, etc.

El planeamiento a corto plazo es el encargado de desarrollar alternativas del plan operativo a corto plazo de la mina para lo cual utiliza la información geológica y litología actualizada en el control de mineral. Se tiene que cumplir con las siguientes funciones:

- Control topográfico del avance de minado en forma diaria de la mina, considerando planes semanales, mensuales y trimestrales.
- Coordinación directa con las áreas de Operaciones Mina, Perforación y Voladura, Geología y Planta Concentradora. Estas coordinaciones se realizan en forma diaria, para establecer el plan operacional del día; así mismo, se desarrolla diferentes trabajos dirigidos al avance de las operaciones unitarias de la mina.

- Efectúa diferentes diseños de tajeos: Límites de minado, ángulos de inclinación de los mantos, galerías de acceso, botaderos, etc.
- Maneja la estadística completa de mina y realiza los informes mensuales.
- Diseños de mallas de perforación y de acuerdo al avance de minado.

Planeamiento a corto plazo, constituye una enmienda a lo establecido en planeamiento a mediano plazo mediante.

- Las operaciones por mes, semanas y días.
- Se realiza en base a planos de reservas por niveles explotación.
- Estimar la cantidad necesaria de bloques de mineral y desmonte.

Se realiza mensualmente, con un horizonte de tres meses en lo que se refiere a explotación, estableciendo las operaciones de recuperación referidos a:

- Ingresos y egresos.
- Gastos financieros.
- Materiales e insumos.

## **CAPITULO III**

### **FUNDAMENTOS DE PLAN DE MINADO SUBTERRANEO**

#### **3.1 DEFINICIONES**

Podemos definir el planeamiento de Minado segun:

NolbertoMunier: “Por planeamiento se entiende la labor de especificar cuales son las tareas que intervienen en un proyecto, su duración en días, semanas o la unidad de tiempo que convenga y como están interrelacionadas entre sí todas las tareas y su secuencia”.

Velásquez Mastretta: “Planear es definir los objetivos determinar los mejores medios para alcanzarlos. Es analizar los problemas en forma anticipada, planeando posibles soluciones e indicando los pasos necesarios para llegar eficientemente a los objetivos que la solución elegida señala. Planeamiento implica examinar el futuro, tratar de cuantificar y calificar el riesgo, la incertidumbre y prepararse para hacer frente a los problemas que se derivan”.

Ackoff: “El Planeamiento es un proceso de toma de decisiones y se deben considerar los siguientes aspectos fundamentales:

- El Planeamiento es una toma de decisiones por anticipado. Es el proceso que determina que hacer y como hacerlo, antes de que se requiera la acción.
- El Planeamiento es un sistema de decisiones que surge cuando el estado futuro que se desea alcanzar implica un conjunto de decisiones interrelacionados.
- El Planeamiento es un proceso que se dirige a producir un estado que se desea y que no puede alcanzarse a menos que antes se emprenda la acción correcta.

El Planeamiento pretende evitar futuras acciones incorrectas; como reducir pérdidas de oportunidades”.

### **3.2 OBJETIVOS DE LA PLANIFICACION**

El Planeamiento de Minado es una actividad orientada al futuro, cuyo propósito fundamental es proyectar la vida de una mina a lo largo del tiempo; no solo en una dirección, si no buscando nuevos caminos y adaptando su existencia a la de los sistemas de los cuales vive. En una Mina, la necesidad del Planeamiento; se expresa a través de los siguientes objetivos:

1.- El Planeamiento de Minado debe servir de fuerza impulsora de la actividad minera, a todos los niveles, trazando el camino a seguir, en las operaciones en cada uno de los subsistemas de la Mina.

2.- El Planeamiento de Minado y el control debe formar como el regulador que permite adaptar el sistema a su medio, dentro de los márgenes que le son exigidos para mantener su equilibrio correcto.

3.- El Planeamiento de Minado busca maximizar el beneficio de las oportunidades futuras de la Mina, a través de la previsión de medios y presupuestos económicos.

4.- El Planeamiento de Minado debe coordinar la acción de los miembros de la Mina en el cumplimiento de las funciones empresariales de producción, finanzas, comercialización, mantenimiento, personal, comunicaciones, etc.

### **3.3 CICLO DE PLANEAMIENTO DE MINADO**

El ciclo del Planeamiento de Minado está constituido por las etapas sucesivas, que hay que determinar para establecer un plan, llevarlo a la práctica y controlarlo.

Estas etapas son:

#### **3.3.1 ESTABLECIMIENTO DE PREDICCIONES**

Consistirá en la realización de estudios que son documentos preliminares basados en los análisis estadísticos, conducentes a descubrir las variaciones y tendencias registradas en el medio ambiente y en el seno interno de la empresa, en periodos de tiempo que considere el horizonte del planeamiento. Las predicciones estarán constituidas en base a la proyección en el tiempo, mediante la extrapolación de los datos registrados en los análisis estadísticos. Para este propósito será necesario obtener información del medio. Como por ejemplo:

INFORMACIONES DE MERCADO.- Cuyas fuentes, son de este carácter; tales como nuevos precios, nuevos sustitutos, nuevos mercados, incremento de competencia, nuevos usos y aplicabilidad del producto, etc.

INFORMACIONES ECONOMICAS.- Básicamente relacionadas con las utilidades, pérdidas, intereses, financiación de fondos, agencias financieras, tipos de cambio, políticas de prestaciones, etc.

INFORMACIONES TECNICAS.- Como adelantos técnicos en equipos, maquinarias en operación, nuevos métodos de explotación, nuevos métodos de planeamiento, programación y control, etc.

INFORMACIONES SOCIALES.- Relacionados con problemas sociales, laborales, sindicales, bienestar del trabajador, relaciones con la comunidad, etc.

INFORMACIONES POLITICAS.- Política internacional, nacional, institucional o interna de la empresa, etc.

INFORMACIONES DEL MEDIO INTERNO.- Como:

- Evolución de la rotación del personal.
- Tendencias de los costos de producción.
- Tendencias de los costos generales.
- Evolución de la capacidad de reacción de la empresa.
- Análisis de su capacidad de creación e innovación, etc.

### 3.3.2 ESPECIFICACIÓN PREVIA DE LOS OBJETIVOS

Una vez establecido las predicciones, se debe especificar los objetivos esperados. Estos objetivos, se trazan en tres niveles.

**TABLA 3.1: NIVELES DE ORGANIZACION**

Nivel Jerarquico	Nivel de Objetivos	Periodo del Plan	Actividad que se Planifica
Directorio	Política Estrategico	Mas de 5años	Gobierno y fines de la Empresa Gerencia y Superintendencia
Logistica	1 a 5 años	Gestion de las Operaciones	Operaciones
Unidad Minera	Tecnico	Hasta 1 año	Ejecucion de las operaciones

FUENTE: PROPIA.

No existe una frontera definida entre los distintos niveles de objetivos. La característica esencial de los diversos objetivos, es su plazo de ejecución. Cuanto más largo es el tiempo, es más político y cuanto mas corto el tiempo, el objetivo es más operativo.

### 3.3.3 ESTABLECER LÍNEAS DE ACCIÓN ALTERNATIVOS

Los objetivos especificados en el paso anterior, pueden lograrse siguiendo diversos caminos. Estos caminos, constituyen las alternativas; esta etapa consiste en establecer las alternativas más posibles en orden de prioridad y ventajas técnico-económicas.

### 3.3.4 ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA POSIBLE

Teniendo determinada las diferentes alternativas, es necesario evaluarlas mediante el empleo de elementos intelectuales y/o técnicas modernas. Luego se toma la decisión sobre la utilización de una de las alternativas más convenientes.

### 3.3.5 ESPECIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE OBJETIVOS

Una vez elegida la alternativa que sugiere el proceso de planificación, los objetivos que se derivan de la decisión tomada, deben ser plasmadas de modo concreto, especificando los tiempos, asignando los recursos, los responsables en los diferentes niveles jerárquicos, etc., los que se traducen en metas y cuotas concretas.

### 3.3.6 INCORPORACIÓN AL SISTEMA DE CONTROL

La planificación cumple su objetivo sugiriendo la acción de la empresa. El conjunto Sistema Planificación-Sistema de Control, regulan las acciones del sistema total. Por lo que el CONTROL, se convierte en el mecanismo de realimentación de los objetivos. Todo PLAN, debe contemplar cierta flexibilidad; y sobre todo una adaptabilidad a las circunstancias reales en concordancia con los objetivos logrados.

## 3.4 NATURALEZA JERARQUICA DEL PLANEAMIENTO

El planeamiento de la empresa, esta destinado a lograr un comportamiento de acuerdo con los objetivos generales de la organización. Pero esos objetivos, solo se



hace factibles de lograr después de su factorización en una jerarquía de sub-objetivos. Esta factorización se logra, mediante el planeamiento de cada uno de los sub-objetivos originándose de este modo un planeamiento de nivel inferior; que a su vez puede generar sub-objetivos de un nivel más inferior, como un medio de alcanzar sus propios objetivos.

### **3.5 PREGUNTAS BASICAS DEL PLANEAMIENTO**

Para una planeación adecuada, es muy favorable obtener la información necesaria para satisfacer las respuestas a las preguntas básicas. De esta manera una planeación efectiva, implica la contestación a su vez a las ocho preguntas basicas. Estas preguntas a su vez proporcionan los ingredientes básicos de la planeación:

¿Por que debe hacerse?

Advierte al planificador que debe tener cuidado de no incluir actividades innecesarias para cumplir con el objetivo. Una planificación eficiente debe satisfacer una necesidad técnica, operacional o económica mediante la combinación de sus elementos.

¿Cuánto debe hacerse?

Responde para facilitar la determinación de la cantidad necesaria que garantice un flujo normal de la producción y la demanda.

¿Qué acciones son necesarias?

Permite analizar todas las actividades necesarias e indispensables, el orden en que se ejecutan, su prioridad desde el punto de vista técnico, económico-financiero, etc. para obtener el resultado final.

¿Cuándo y Donde se hará?

Se refiere a las estimaciones de tiempo sobre la iniciación y termino de cada una de las actividades o de un grupo de ellos. Además, se refiere a determinar el lugar preciso donde se aplicara el plan o cada una de las actividades.

¿Quiénes lo harán?

Permite fijar el personal responsable por actividad o grupo de actividades, basándose en la especialidad, habilidad y disponibilidad del factor humano.

¿A que costo se hará?

Se refiere a estimar los costos por actividad o grupo de actividades necesarias, por unidad de producto, por unidad de tiempo o por unidad de insumo necesario para la producción. Estos costos, deben ser proyectivos en tiempo y devaluación, que permita formular un presupuesto más real que facilite a la empresa, decidir si financieramente, le es posible o no.

¿Cómo se hará?

Se refiere a analizar y señalar los procesos, métodos, técnicas, etc. como debe realizarse cada actividad o grupo de actividades.

¿Con que se hará?

Permite analizar los recursos y prepara un balance de la disponibilidad real de la empresa o las posibilidades de adquisición. Esta pregunta y la contestación de la misma permitirán a los planificadores actuar con criterios más reales, sin caer en el pesimismo ni exagerar de optimistas. Por lo que será necesario adecuar el proyecto a la realidad y no la realidad al proyecto. Para contestar a esta pregunta, además de lo manifestado será de importancia la experiencia de los parámetros, variables y el deseo de hacer bien las cosas.

### **3.6 ELEMENTOS DEL PLANEAMIENTO**

La cantidad en los trabajos mineros, son por ejemplo: tonelaje de concentrados, volumen de desmonte, volúmenes de relave, volúmenes de relleno, metros lineales de frentes de avance, kilómetros de carretera de acceso, número de cuadros de sostenimiento, metros lineales de vía, metros lineales de tuberías de conducción, etc. La calidad, significa las leyes del mineral, las secciones y las características, técnicas de los frentes de avance, la fragmentación en la voladura, estabilidad de los cuadros de sostenimiento, recuperación metalúrgica, etc., en los que intervienen necesariamente:

**TIEMPO.-** Se fija la fecha de inicio de la realización de las diferentes actividades y se estima las fechas de conclusión por actividades, etapas, o el total del proyecto. Se debe estimar un margen razonable de tolerancia, según la característica de las actividades.

LUGAR.- Se debe señalar el lugar de las ejecuciones como coordenadas topográficas, cotas, zonas, secciones, unidades de operación, pueblos, países. Se refiere tanto a los lugares de realización de las labores, como donde se adquirirán los insumos necesarios.

RECURSOS.- Considerar las disponibilidades y requerimientos; así como las fuentes de adquisición de todos los recursos que precisara el plan. Ejemplo:

- Recursos Humanos.
- Maquinaria y equipo.
- Infraestructura.
- Materiales diversos.
- Herramientas varias.
- Recursos energéticos en general.
- Recursos económicos y financieros.
- Otros insumos.

COSTO.- Debe estimarse los costos en cada detalle de todos los recursos y de las actividades que precisa el plan. Procurando que sean cuidadosamente estimados y concordantes a la realidad, debiendo considerarse un factor de seguridad según el tiempo de duración de los trabajos, fluctuaciones de precios, tipos de cambios, mercados de adquisición, etc.

### 3.7 PARAMETROS Y VARIABLES DEL PLANEAMIENTO

No existe una definición específica y exacta de los parámetros y variables, a tal extremo que muchas personas dedicadas a las labores de planeamiento mina prefiere referirse como consideraciones para el planeamiento, factores que afectan el planeamiento, o indistintamente se refieren a los parámetros y variables como si fuese la misma cosa. Lo que definitivamente, que los parámetros y variables no son la misma cosa.

#### 3.7.1 VARIABLES:

- ❖ Ocupación actual de los equipos, como perforadoras, scooptrams, locomotoras, carros mineros, equipos de perforación diamondrill, raise boring, etc.
- ❖ Inventario de la fuerza laboral; se debe tener en cuenta el personal activo disponible, según especialidad o categorías, etc.
- ❖ Capacidad de producción real, se refiere a la unidad, en avances-mes: que metraje en galerías, chimeneas, cruceros, rampas; que tonelaje de mineral de cabeza, de concentrado, cual es el porcentaje de logros en los últimos meses o trimestres, etc.
- ❖ Perturbaciones externas, es necesario identificar las variables externas, que escapan a la solución de los componentes de la empresa ejemplo: factores económicos, políticos, coyunturales, etc.

- ❖ Estado de las instalaciones e infraestructura, por ejemplo: red de agua, aire comprimido, energía eléctrica, relleno hidráulico, infraestructura de los talleres de mantenimiento, almacenes, laboratorios, etc.
- ❖ Desempeño del personal, no solo es suficiente tener el inventario del personal; sino que es de importancia analizar el ausentismo, iniciativa, cumplimiento, rebeldía, sabotaje, chantaje, colaboración, etc.
- ❖ Ubicación y acceso a las zonas de trabajo, ejemplo: la distribución de las labores con relación a los accesos principales, oficina de mina, bodegas, talleres mina, echaderos, teléfonos, etc., así se puede enumerar más variables, la importancia, es que tiene influencia directa para el logro de los objetivos y metas. Cuando un plan, es fruto de un análisis integral de las variables, es probable que las metas trazadas, se logren cumplir en un porcentaje aceptable; de lo contrario, los planes no guardaran relación con la practica operativa.

### 3.7.2 PARAMETROS:

- ❖ Estándares de rendimiento de la mano de obra, de los equipos, y de todos los factores de producción.
- ❖ Lista de materiales por labores, actividades, zonas, proyectos, etc.
- ❖ Estándares de ejecución de diferentes trabajos, ejemplo. Construcción de tolvas, colocación de cuadros de sostenimiento, etc.
- ❖ Tiempos estándar de desplazamiento y mantenimiento de equipos.
- ❖ Capacidades de los equipos.

- ❖ Presupuesto de las operaciones (techo presupuestario)
- ❖ Políticas administrativas.
- ❖ Calendario de operaciones y prioridades diversas.
- ❖ Convenios sindicales; incluye las concesiones a los trabajadores, políticas de despido, remuneraciones sobre las horas extras, días festivos, etc.
- ❖ Apoyo logístico y de servicios auxiliares.

### **3.8 TIPOS DE PLANEAMIENTO**

El objetivo es sustentar los procedimientos en la realización de un plan en el minado a corto, mediano y largo plazo que con lleva desde la realización de proyectos de desarrollos exploratorios, desarrollos primarios y preparaciones de los tajos, para posteriormente realizar la explotación del mineral en forma sostenible con los actuales recursos, siendo el resultado final el mejoramiento de la producción y la baja dilución en tajos de producción. Con relación al tiempo, periodo u horizonte del planeamiento, existen tres tipos:

#### **3.8.1 PLANEAMIENTO A CORTO PLAZO**

Típico y la responsabilidad de los ingenieros de operación, comprende un periodo hasta de un año, en los cuales es característico los planeamientos mensuales, trimestrales y anuales.

#### **3.8.2 PLANEAMIENTO A MEDIANO PLAZO**

Para las industrias manufactureras y otros proyectos de inversión diferentes a la minería, comprende un periodo de cinco años. Para la Industria

Minera por las características de los yacimientos minerales y por la fluctuación de los precios en el mercado de metales, es posible considerar un periodo de uno a tres años.

### 3.8.3 PLANEAMIENTO A LARGO PLAZO

Comprendido en periodos de cinco a quince años. Para la minería, especialmente las subterráneas, se puede considerar, planeamientos que se realizan para periodos de tres a cinco años.

## 3.9 TECNICAS DEL PLANEAMIENTO

Hasta la segunda guerra mundial, las técnicas de planeación eran las cédulas de varios tipos, gráficas de cargas de máquina, especificaciones de compras, tablas de recursos humanos, hojas de ruta, etc. En la actualidad se dispone de una serie de técnicas de planeación como herramienta para los ejecutivos encargados de planificar; por tanto analizar; cuantificar y seleccionar alternativas. Estas técnicas son por ejemplo: las técnicas matemáticas como el uso de la teoría de probabilidades, las estadísticas, las técnicas de computación, la programación lineal, la investigación de operaciones, las técnicas de simulación, la teoría de colas, la programación dinámica, la programación cuadrática, etc. Así mismo, para programar los planes, organizar los recursos y controlar la ejecución de los mismos existen las técnicas como: el diagrama de Gantt, técnicas CPM, PERT, PERT/COSTO, PERT/LOB y otros métodos avanzados de Ruta Crítica. Y otros como las técnicas para el control de producción, para el manejo de personal, o el CPM RESOURCES, etc. el tratamiento detallado de estas técnicas, están fuera del alcance del presente trabajo.



### **3.10 PROGRAMACION Y CONTROL EN PLANEAMIENTO DE MINADO**

#### **3.10.1 LA PROGRAMACION**

Es una función posterior al proceso de planificación y consiste en determinar cuando se efectuara cada tarea o actividad; permite fijar con precisión la fecha de inicio y estimar la fecha de terminación de las actividades o de todo el proyecto. La programación, por un lado muestra la secuencia y duración de las actividades componentes del sistema operacional; el mismo facilita designar responsables por cada área, zona, sección, nivel, etc.; también viabiliza que las diferentes secciones relacionadas con las operaciones de producción, se organicen con un criterio mas integral, orientado a satisfacer los requerimientos de los departamentos de producción para cumplir con las metas de la unidad minera.

La programación, tiene tres parámetros principales: CANTIDAD, CALIDAD, Y TIEMPO; a la programación, también se le conoce como la cronogramación de las actividades. Una de las técnicas más conocidas y alcance de todos es el:

DIAGRAMA DE GANTT; pero existen otras como el CPM, el PERT y sus derivados, que actualmente sobresalen frente al diagrama de Gantt y otras técnicas convencionales.

Relacionado con el planeamiento, conviene señalar tres aspectos: el significado económico, los factores que estimulan o limitan y su carácter iterativo. Las labores de planeamiento, en principio, implican un costo para la

empresa por los materiales que se emplean, por el personal dedicado a dichas tareas, por los frecuentes ensayos que es necesario realizar, antes de la ejecución misma de las labores, etc.; las personas dedicadas a las tareas de planeamiento no están exentas de algunos errores y por consiguiente no siempre es posible lograr lo óptimo de los planes formulados. Entonces es probable que los planes presenten un cierto grado de imperfecciones tales como:

1. Las acciones que se describe no son las recomendables.
2. Las acciones descritas no son las factibles debido a restricciones físicas que se ha pasado por desapercibido.
3. Algunas acciones, se describen en forma muy ambigua, como para salvar responsabilidades, pero, al mismo tiempo compromete que no se puede lograr el mejor. Los errores de este tipo, aumentan la posibilidad de que muchos planes no sean ni recomendables ni factibles de realizar; y si a ello se le impone más restricciones, el plan corre el riesgo de estar incluido en las restricciones. Los recursos adicionales dedicados al planeamiento, sirven para reducir estos errores. El planeamiento en una organización es tarea compleja; y que un mejoramiento importante en el proceso, exige un eficiente manejo de datos. Las personas encargadas de elaborar planes, deben disponer de medios organizados para recoger, transmitir, almacenar, recuperar, manipular y exponer grandes cantidades de información. Así mismo, deberá hacerlo con gran amplitud y flexibilidad. Por otro lado, el

sistema de planeamiento que utilice una organización, debe ser capaz de aprovechar al máximo la capacidad humana del equipo planificador; los responsables de elaborar los planes aparte de su aptitud para manejar datos debe poseer idoneidad para razonar, improvisar, emitir juicios y reconocer las pautas complejas que contribuyan en el planeamiento. Como factores que estimulan al planeamiento, se puede señalar; si los planes describen acciones detalladas y factibles; y el planificador procura equilibrar los costos adicionales del planeamiento en corregir errores con los beneficios que reporte el plan modificado, será un aspecto positivo y por tanto estimulante. Por otro lado, el costo de reducir los errores del planeamiento, depende de la calidad y cantidad de acciones no planeadas. Además, sirven de estímulo a los planificadores para realizar las correcciones pertinentes, tales como: el acceso a una mayor capacidad de manejo de información, el uso de técnicas de evaluación de alternativas, las técnicas de simulación en el espacio abstracto, etc., también es necesario evaluar los factores que limitan las actividades del planeamiento, resulta difícil estimar el valor o costo adicional de corregir los errores, sin embargo, no se puede dejar de hacer estimaciones al menos subjetivas; pero siempre tomando en cuenta las limitaciones del planeamiento. Estas limitaciones son por ejemplo:

La incertidumbre, asociado a los valores pronosticados en los datos consignados en el planeamiento. (Quiere decir que existe incertidumbre con relación a las estrategias, logística, tácticas operativas, futuros desarrollos tecnológicos). Y el valor de estas variables están sujetas a fluctuaciones aleatorias.

También existe cierta incertidumbre, en cuanto a la dedicación de esfuerzos de la organización para proporcionar información procesarlos y tomar decisiones, sin descuidar el horizonte de los planes.

Es factible reducir la incertidumbre, mediante el empleo de técnicas de análisis, de sensibilidad. Pero, no es fácil su implementación.

La reducción de la incertidumbre, no se puede lograr sin un costo. La flexibilidad de los recursos, aumenta su costo.

Las exigencias de tiempo, también se convierten en limitaciones sobre la calidad y cantidad de planeamiento, que sería posible realizar normalmente. Los hechos reales de operación requieren tomar decisiones de inmediato; incluso con cargo a justificar posteriormente el aspecto técnico. Se dice que el planeamiento es de carácter iterativo, porque es REPETITIVO, cada cierto periodo según el nivel jerárquico o tipo de planeamiento. Ejemplo: El planeamiento mensual de operaciones es iterativo cada fin de mes y por ello tiene como referencias de peso, los rendimientos obtenidos en el mes anterior. Este ciclo se repite cada mes y los reajustes se hacen cada vez

que se estime necesario; con tal que permita reorientar las metas. De igual modo, son iterativos los planeamientos a mediano y largo plazo.

### 3.10.2 EL CONTROL EN EL PLANEAMIENTO DE MINADO

Es la esencia del funcionamiento de la empresa minera como un sistema; el Control ha existido siempre en toda Empresa Minera desde el momento en que éstas han nacido para cumplir algún objetivo. Una mina debe preservar dos cosas:

1. Cuidar que sus planes se cumplan.
2. Distribuir económicamente la utilización de sus recursos.

El Control, es una función directiva y su concepto nace de la necesidad que tiene la Mina de ser eficaz. A través del control, el gerente debe verificar que los medios de la Mina son utilizados en la cantidad precisada para conseguir el cumplimiento de los objetivos organizacionales. Los mecanismos de Control, tienen por finalidad asegurar que la Mina actúe concientemente es decir que conozca las causas de sus fallas y de sus éxitos; corrigiéndose los primeros en la medida que sea posible y explotando sus aspectos positivos. El sistema de control, compara la actuación verdadera de todo el sistema con el plan trazado, dentro de lo posible debemos tener en cuenta lo siguiente:

### 3.10.2.1 SISTEMA DE PRODUCCIÓN MINA Y CONTROL DE OPERACIONES

El sistema que se muestra a continuación, resume en forma objetiva, práctica y real: La iteratividad del planeamiento, la programación como fase final o resumen del proceso de planeamiento. Teniendo conocimiento de la programación, es posible organizarse y ejecutar las operaciones en estrecha coordinación con todos los departamentos relacionados a la producción. Finalmente se muestra la importancia del sistema de control, como un medio que garantiza las operaciones, la obtención de los resultados pre establecidos y la calidad de la información de la realimentación que proporciona al sistema de planeamiento de operaciones mina. Referido al planeamiento y control mensual de las operaciones mineras.

En esta parte es oportuno resaltar, que cuando se refiera a los controles (cualquiera que sea su tipo o clase); siempre esta relacionado con la programación, como fase final del proceso de planeamiento, con el nivel de organización para la ejecución, la coordinación entre los responsables. Y por que no? Con el nivel cultural del personal, la disciplina y la motivación. Que también, son factores indispensables

### 3.10.2.2 OBJETIVOS DEL CONTROL

Los diversos autores, al tocar este punto los hacen como: funciones de control, objeto del control, finalidad del control, etc. Para

no desorientar podemos considerar. El objetivo principal del Control, es garantizar la obtención de los resultados previstos por el planeamiento y la programación. También es asegurar la eficacia y eficiencia de la actividad productiva. La función principal del Control de Minado es garantizar el cumplimiento de los objetivos de la Mina, mediante:

Comparar los resultados de las actividades con los objetivos asignados a los responsables de obtener dichos resultados.

Suministrar información sobre el tipo y magnitud de las desviaciones que pueden producirse entre lo planificado y lo realizado.

Proporcionar políticas, reglas y medios para evaluar dichas desviaciones.

Suministrar a los puntos focales de responsabilidad, los antecedentes e informaciones de valorización, efectuar la toma de decisiones; cuyo producto son las medidas correctivas.

Conocer las causas por las cuales se producen las desviaciones, para modificarlas favorablemente en lo posible, actuando sobre los factores externos e internos.

Mantener una atención constante por parte del cuerpo directriz sobre el desarrollo de las operaciones, para extraer las conclusiones que eviten futuras desviaciones y permitan una planificación mejor.

Apoyar y conducir a los responsables, ejecutores de las operaciones, manteniendo sus esfuerzos en línea con los objetivos perseguidos.

Verificar que todos los recursos y medios de la empresa, sean utilizados en las cantidades previstas. Y evitar los desperdicios, improductivos.

### 3.10.2.3 ALCANCES DEL CONTROL

Aparte de que es difícil enumerar los objetivos del control, y de manera simultánea, que cumple sus funciones fundamentales; el control, proporciona firmeza al personal comprometido con las operaciones de producción, para emitir juicios sobre:

- Cómo mantener una motivada y estrecha coordinación entre las diferentes secciones ó departamentos de la Mina.
- Cómo preparar técnicamente las adquisiciones de compra de materiales, equipos, repuestos.
- Las formas de estimar los costos de los nuevos trabajos, nuevos métodos, el uso de nuevos materiales, etc.
- Los análisis para tomar decisiones sobre la compra de repuestos, equipos, herramientas; basados en costos, calidad, disponibilidad, etc.
- Las formas de disponer de materias primas, reservas de mineral, materiales, equipos.



- Como determinar el movimiento de materiales, diseño de transporte y el abastecimiento oportuno a las labores de trabajo.
- Cómo estimar las necesidades de mano de obra, materiales, energía, equipo y apoyo técnico para las diferentes labores de operación.
- Criterios para asignar tareas a hombres y máquinas diversas.
- La necesidad de evaluar el rendimiento general de los factores de producción, orientado a determinar los estándares de producción.
- Las ventajas de mantener las informaciones técnicas y de control en estricto orden y prioridad operacional.
- Justificar o no sobre la instalación de sistemas de elaboración de datos.
- Utilizar software mineros relativos, para resolver problemas de planeamiento de minado.
- La necesidad de desarrollar técnicas y métodos para mejorar las operaciones unitarias en el sistema productivo.

#### 3.10.2.4 CLASES DE CONTROL

Los controles se clasifican en:

- 1) Control Previo: Son aquellos controles que se realizan con anterioridad a la ejecución de los trabajos. Su función principal es chequear el programa y preveer. Ejemplo el control de

políticas de personal, control de inversiones, control de compras, control de inventarios, etc.

- 2) Control de Ejecución: Desde el punto de operaciones, es el grupo de controles más importante; tanto para los departamentos que planifican, diseñan; así como para operaciones mismas, su función es de supervisión y permite la comparabilidad para evitar las desviaciones con relación al programa.
- 3) Control Posterior: Son controles luego de cumplir con el plan de producción, calidad y volumen del mineral extraído.

## **CAPITULO IV**

### **OPERACIONES MINERO - METALURICAS**

#### **MÉTODO DE EXPLOTACIÓN APLICADO AL PLAN DE MINADO**

El método de explotación es el de “cámaras y pilares con circado”, método que consiste en llevar el manto o filón aurífero en la caja techo, para desbrozar mediante tajeos, la pizarra encajonante de la caja piso, con una altura promedio de 1.50 ms. dejando así al manto descubierto con una pequeña caja de pizarra denominada “la circa de mineral”, la cual mediante taladros de cabeza paralelos al manto son disparados para obtener los minerales de cuarzo y oro. Este método de explotación está adecuado para los trabajos de la zona, y se aplica en las zonas donde las labores de exploración confirmen leyes altas de mineral.

#### **4.1 CAMARAS Y PILARES CON CIRCADO**

Este método de explotación se aplica en yacimientos en los cuales el buzamiento de las vetas o mantos estén entre los 0° y 25°, es decir se aplica para desarrollos mineros de forma horizontal con poca inclinación, el método consiste en abrir caras libres para salida de disparos mediante cubicación de reservas, o diseño

de cámaras de explotación del mineral de forma cúbica, las dimensiones de estas cámaras de tajeos pueden ser variables y están supeditadas a la prospección de mineral a extraer y el índice de resistencia de las rocas encajonantes, en el diseño y desarrollo de las cámaras se dejarán pilares que sostendrán el techo de las labores, el tamaño de los pilares se da en función al índice de resistencia de rocas de la caja techo a sostener respecto al tamaño de la cámara y a la cantidad de pilares que sostendrán el techo; posteriormente se puede optar por rellenar el vacío que dejan las cámaras con desmonte de otras cámaras en explotación, lo que le otorga una mejor resistencia ante un colapso o derrumbes, y un mejor factor de seguridad, ya que también se evita el tránsito de personal por esa zona ante un siniestro.

Para la realización de este método de explotación se ejecutan en primer lugar labores de exploración, seguidas de labores de preparación, después se ejecutan los frentes de tajeos de mineral, culminando el ciclo con las quiebras de las cercas de mineral, todo este ciclo se detalla a continuación:

#### **4.2 LABORES DE EXPLORACIÓN**

Por lo general son labores angostas que van adelante de todas las labores, adentrándose en profundidad con secciones promedio de 1.90 X 1.80 ms., estas labores son corridas largas y con rumbos variables, ya que de acuerdo a su avance se va evaluando el comportamiento del mineral, y su prospección económica para una posible explotación con los frentes de tajeos.

En estas labores se lleva el manto en la caja techo, ya que debido al buzamiento negativo con el que se siguen estas labores (-15°), se evita de esta

manera perder el manto por alguna falla de desplazamiento que se presente en el avance o por el bandeamiento ondulatorio de las estructuras geológicas, además al llevar el manto “circado” en el techo se reduce el porcentaje de dilución de mineral de los posibles tajeos que se ejecuten en sus flancos.

### **4.3 LABORES DE PREPARACIÓN**

Estás labores son las que preparan los cubos en donde se van a realizar los tajeos del mineral, las cuales se ejecutan de acuerdo a un plan de minado estipulado por la gerencia y consisten en bordear y definir una zona prospectiva con leyes explotables de mineral (las cuales son definidas por las labores de exploración), para su ejecución se considera las dimensiones del tajeo que se va a realizar, y se busca realizar con la labor la arista de un prisma (o cubo), para que los tajeos tengan una cara libre de salida en la voladura (se requiere de 02 caras en forma de arista mínimas para empezar los tajeos) la sección de estas labores son de 2.20 X 1.80 ms. Considerando espacio para el tránsito de personal de acarreo, para instalaciones eléctricas, de aire comprimido y manga de ventilación.

### **4.4 FRENTES DE TAJEOS DE MINERAL**

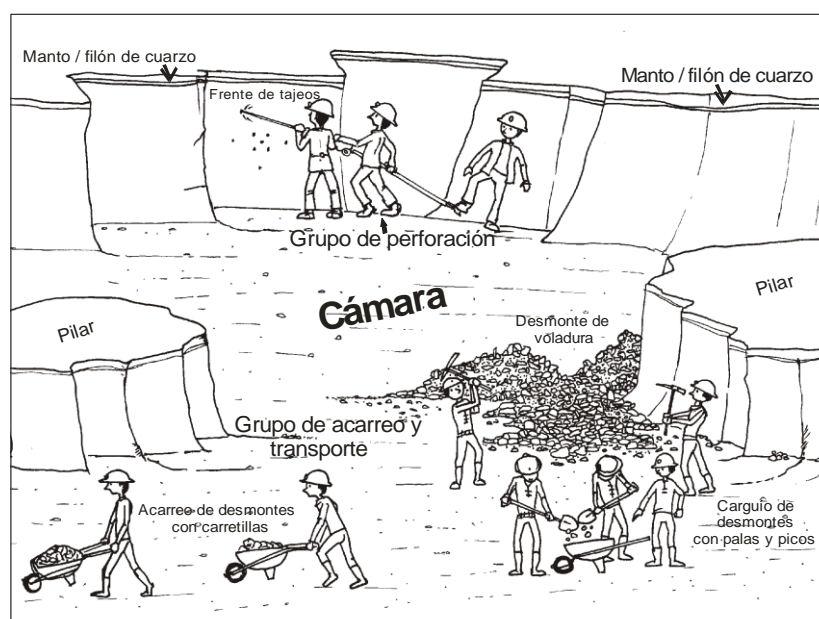
Estos frentes tienen por finalidad entregar la mayor cantidad de mineral al menor costo, y entran en ejecución según disposición de la gerencia, en las caras libres o bloques que hicieron las labores de preparación, su rendimiento se debe a que al ejecutar los tajeos resultan más económicos que ejecutar frentes, debido a la menor cantidad de taladros perforados, menor uso de explosivos y una mayor cantidad de mineral para “quebrar”.

#### 4.5 EL “CIRCADO DE MINERAL” O LA “CIRCA”

El circado de mineral se obtiene con el desbroce de desmonte de cualquier tipo de labor, y consiste en mantener el filón o manto aurífero adosado a la caja techo o piso de la labor que se ejecute. En la mina existen dos formas de realizar el circado de mineral: el circado en el piso y el circado en el techo, pero en la empresa es una norma llevar el circado en el techo de las labores.

#### 4.6 LA “QUIEBRA DE MINERAL” O “QUIEBRA”

Es la acción que permite recoger los minerales de cuarzo de los mantos que han sido circados, cuando la gerencia dispone las quiebras de mineral, se perforan taladros paralelos a los buzamientos de las circas, los cuales son disparados con cargas controladas para proceder a acopiar los minerales para su almacenamiento y posterior beneficio en la planta de amalgamación.



**FIGURA 4.1: METODO DE EXPLOTACIÓN INICIAL DE CAMARAS Y PILARES CON CIRCADO**

FUENTE: PROPIA

Las quiebras de mineral se disparan mediante “cachitos”, o taladros paralelos a su buzamiento, cuando la cantidad de mineral que contienen las “circas” es considerable, y es variable al tipo de frente que se ejecuta, así, en los frentes de exploración se levanta la “circa” por cada 3 metros de avance, por la necesidad continuar de mantener informes del comportamiento del mineral, en los frentes de preparación la quiebra de mineral se realiza cada 6 cortes, y en los tajeos se levanta la circa cada 8 cortes o 40 m<sup>2</sup> de tajeos, debido a que al ser zonas exploradas ya se tiene mayor certeza sobre las leyes y potencias del mineral a explotar.

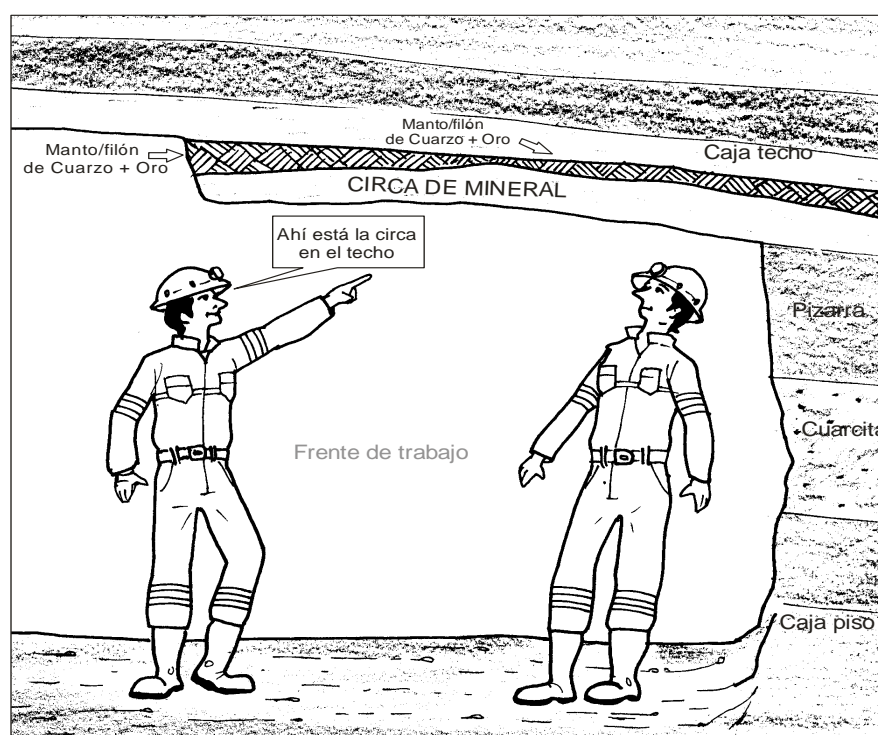


FIGURA 4.2: CIRCADO DEL MANTO/FILÓN

FUENTE: PROPIA

#### 4.7 SERVICIOS AUXILIARES

La empresa también ejecuta labores principales, de sección 2.30 x 2.10, las cuales sirven para el tránsito de personal y equipos; por donde van las redes de aire

comprimido, electricidad, ventilación y bombeo de agua, la empresa tiene una labor principal de Santa Ana que sirve para la extracción de mineral y tránsito de personal, la misma que se desarrolla y amplía de acuerdo al avance de las labores de exploración y de los tajeos.

También se ejecutan chimeneas y piques para la exploración de los mantos, los cuales tienen secciones de 1.80 x 1.90 mts las que tienen distancias promedio de 30 ms. en algunas zonas también hay rampas e inclinados en labores de exploración y desarrollo con secciones de 1.80 x 2.20 mts.

#### **4.8 CICLO DE MINADO**

El ciclo de minado de las operaciones de explotación, considera las siguientes operaciones unitarias: perforación, voladura, sostenimiento, limpieza, carguío y transporte de desmonte y beneficio de mineral, para el método de explotación de “cámaras y pilares con circado”.

##### **4.8.1 PERFORACIÓN Y VOLADURA**

La perforación que se realiza en las labores de las minas Comuni y Santa Ana en su mayoría se utiliza barrenos de 4' (seguidor) y perforadoras Jack Leg modelo seco serie 250, brocas de 38 mm. (Atlas Copco).

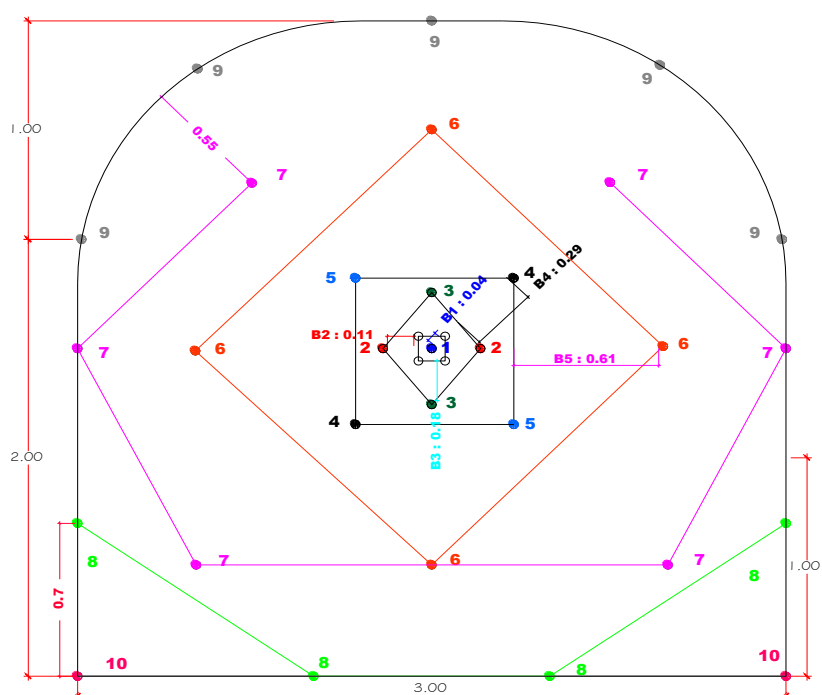
El propósito de la voladura es convertir una gran masa de roca en varios tamaños más pequeños, capaces de ser movidos o excavados por equipos. Para llevar a cabo este proceso, existen dos factores



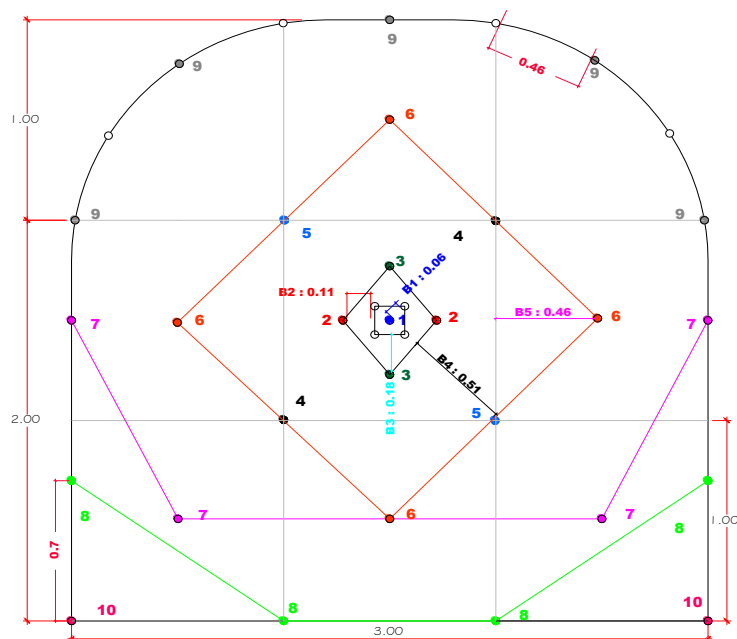
importantes a considerar, fragmentación de la roca y movimiento de la roca.

Los explosivos empleados para los trabajos son los siguientes: dinamita semigelatina de 65%, fulminante común N° 8 Y mecha lenta (accesorio). Todos estos fabricados y comercializados por FAMESA.

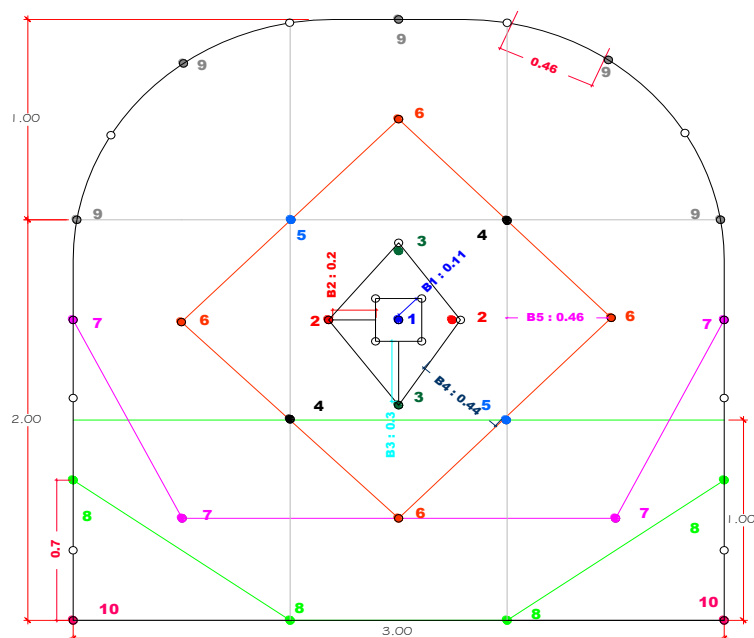
En las siguientes páginas se muestra las mallas de perforación para diferentes tipos de rocas y la malla de perforación estándar de la empresa.



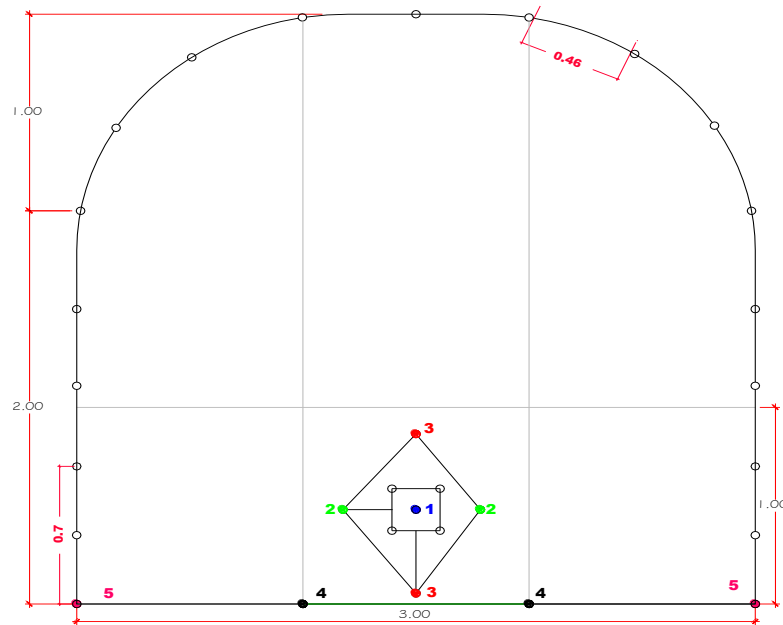
**FIGURA 4.3: MALLA DEPERFORACION RMR: 51-70 MACISO ROCOSO BUENO**  
FUENTE: PROPIA



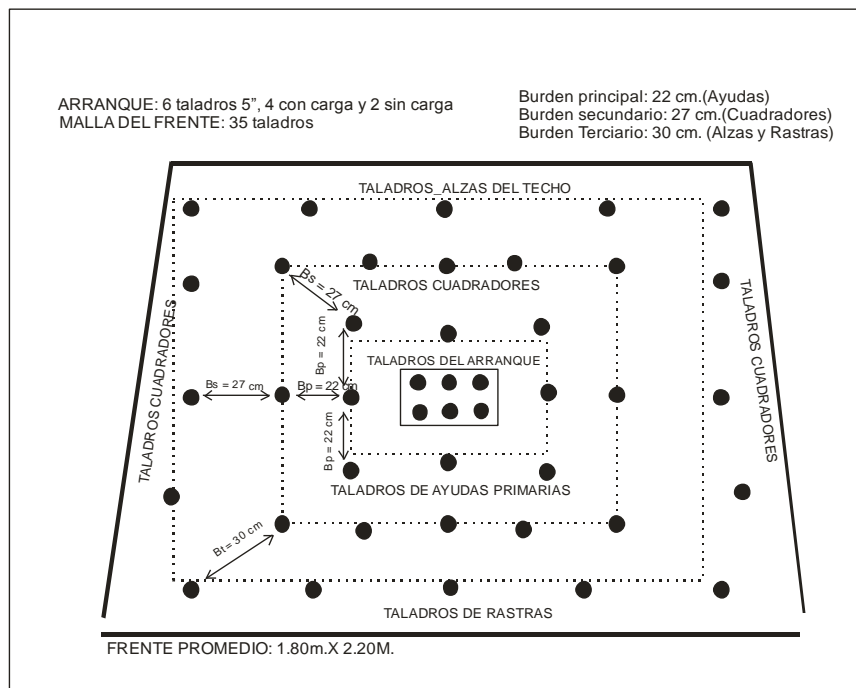
**FIGURA 4.4: MALLA DE PERFORACION – RMR: 31 – 50 MACIZO ROCOSO REGULAR**  
FUENTE: PROPIA



**FIGURA 4.5: MALLA DE PERFORACION – RMR: 20 – 30 MACIZO ROCOSO MALO**  
FUENTE: PROPIA



**FIGURA 4.6: MALLA DE PERFORACION – RMR: < 20 MACIZO ROCOSO MUY MALO**  
 FUENTE: PROPIA



**FIGURA 4.7: DISEÑO DE MALLA PERFORACION ESTANDAR**  
 FUENTE: PROPIA

#### 4.8.2 SOSTENIMIENTO

El sostenimiento es natural debido a que las cajas (roca encajonante) son competentes aproximadamente de 140 Mp, ocasionalmente en las zonas falladas se emplean cuadros de madera convencionales.

En el sostenimiento de las minas Santa Ana y Comuni se aplica sostenimiento: Activo, Pasivo y natural, activo se cuenta con pilares de 3 metros de diámetro. Y en el sostenimiento pasivo se utiliza sostenimiento con cuadros de madera convencional, se utiliza puntales o postes.

#### 4.8.3 ACARREO Y TRANSPORTE

Carguío en interior mina Comuni. Una vez realizada la voladura es necesario que el material resultante de la misma deba ser limpiado y trasladado a algún lugar para continuar con el desarrollo de la labor minera.

Existen dos formas de limpiar la carga:

- En forma manual
- En forma mecanizada

Para realizar este trabajo son necesarias dos personas, un maestro y un ayudante.

El carguio en interior mina se hace mediante un pala neumático modelo EIMCO de Altas Copco que funciona con aire comprimido las cuales realiza todo el carguío, al carro minero de 1.5 Ton, modelo U-35, en 11 min 06 seg. Con 11 pasadas.

Acarreo en interior mina Comuni. El acarreo en interior mina se realiza mediante unos carros mineros modelo U-35 de 1 y 1.5 Ton de capacidad, desde los buzones hasta la parrilla con dos hombres

Transporte en mina Santa Ana, el transporte que se realiza en interior mina de Santa Ana es con una locomotora AGV 96 Voltios del año 1962 que actualmente lleva 5 carros mineros modelo U-35 cada una de 1 ton de capacidad.

#### 4.8.4 VENTILACIÓN COMO SERVICIO AUXILIAR

La Ventilación es natural y forzada, Ventilación natural ingresa por la galería principal de Santa Ana y sale por las labores de Comuni que están comunicadas, y por diferencia de presiones hay flujo de aire desde la galería de Santa Ana a la galería de Comuni.

Comuni, cuenta con los siguientes equipos y accesorios:

- Tres ventiladores Axiales
- Un pulmón de aire
- Mangueras utilizadas para la circulación de aire de 4, 3, 2 pulgadas
- Mangas de ventilación de 24, 18, 12 pulgadas.

En los Sub Niveles y Tajos se utiliza ventiladores Axiales que nos brindan estas ventajas y desventajas:

Ventajas:

- Presión Estática media.
- Ofrece más alto flujo de aire.
- Trabajan a altas velocidades (rpm).
- De menor costo

Desventajas:

- Producen un alto ruido.
- Eficiencia de 74%.

#### 4.8.5 DESCRIPCION PLANTA DE BENEFICIO DE MINERAL

La principal actividad de la Corporación Minera Ananea S.A. es la obtención del oro, operación que viene realizando recientemente, desde enero 2003, empezando con pruebas en laboratorio y normalizando la operación en el mes de marzo del 2003 llegando actualmente a una capacidad operativa de 16-17 TM/día. En la planta concentradora el tratamiento del mineral se realiza mediante el proceso de amalgamación y flotación, para obtener amalgama de oro y concentrado de sulfuros con valor de tratamiento del oro fino por cianuración, respectivamente. El mineral a extraer en esta mina es el cuarzo ahumado con contenido de oro libre y asociados.

#### **4.9 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO METALÚRGICO DE LA PLANTA CONCENTRADORA**

Para mayor ilustración se tiene el flowshet de todo el procesamiento de mineral aurífero en la planta concentradora de la Corporacion Minera Ananea, y su seguimiento.

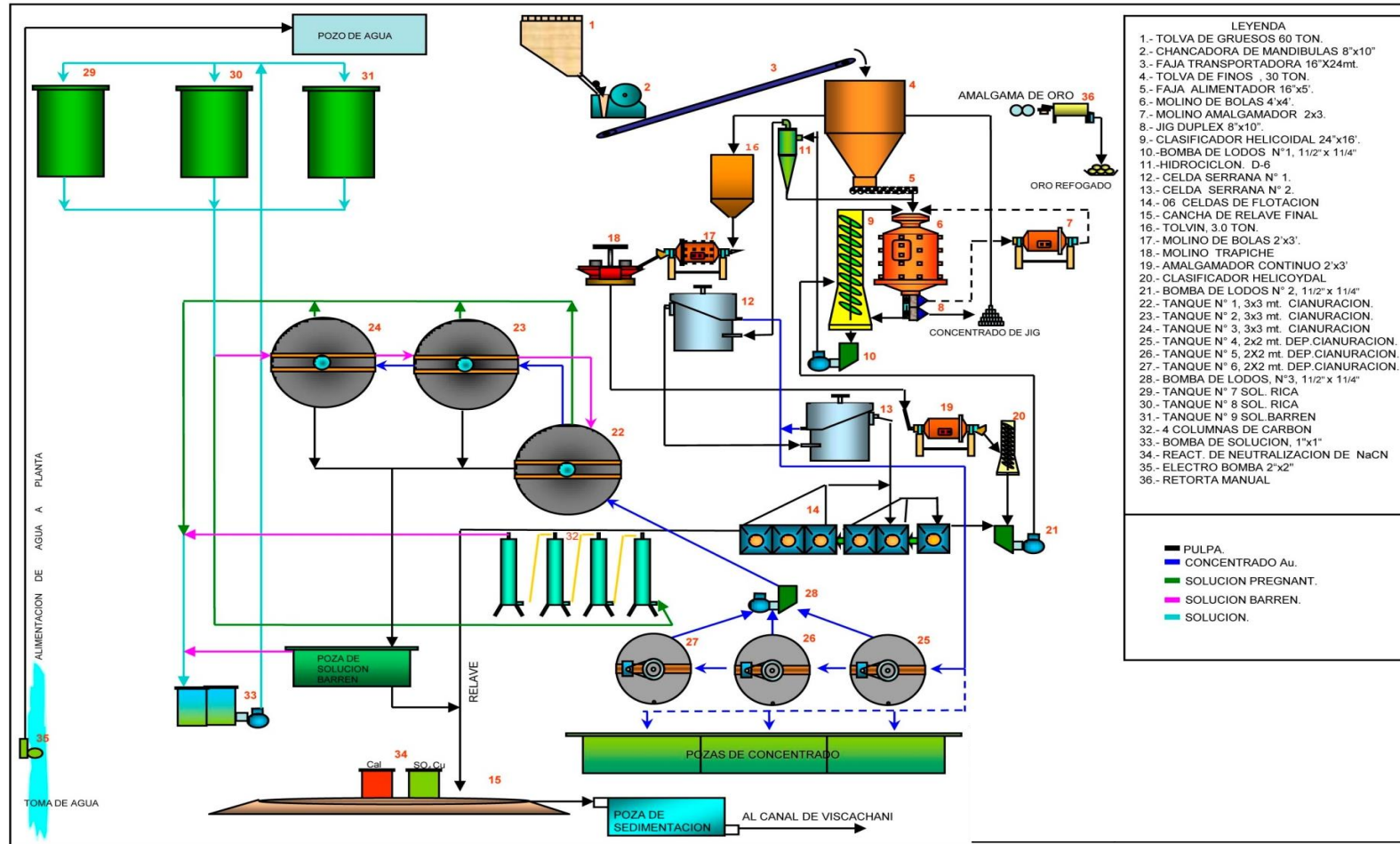


FIGURA 4.8: FLOW SHET DE LA PLANTA CONCENTRADRA

FUENTE: CORPORACIÓN MINERA ANANEA S.A.



#### 4.9.1 TRANSPORTE DEL MINERAL MINA- PLANTA

El mineral es transportado desde una tolva de depósito de minerales de Santa Ana un camión de 3.8 TM de capacidad, que transporta hasta la tolva de gruesos de la planta en un recorrido de 1.5 Km. aproximadamente.

#### 4.9.2 TOLVA DE GRUESOS

El mineral procedente de la mina es almacenado en una tolva de gruesos de concreto, de 60 TM de capacidad; dependiendo de la gravedad específica aparente de cada mineral, la cual está provista de una parrilla de 5' de luz, el mineral de -5" pasa al circuito de chancado.

#### 4.9.3 CIRCUITO DE CHANCADO

El mineral procedente de la tolva de gruesos pasa por una zaranda estacionaria de 1.00 m \* 0.50 m con abertura de luz de 1" el cual los finos pasan por la zaranda y los gruesos es alimentado a una chancadora primaria de quijada de 8"x10" de marca COMESA en donde es reducido a un tamaño de -1". El producto chancado es transportado por una faja transportada 12 m. de largo y 16" de ancho y es almacenado a una tolva de finos metálico, con una capacidad de 30 TM.

El circuito de chancado opera a una capacidad 3 TMH y se necesita una chancadora secundaria cónica.

#### 4.9.4 CIRCUITO DE MOLIENDA Y CLASIFICACIÓN

Con la finalidad de liberar las partículas valiosas de oro libre y/o grueso y sulfuros auríferos, el mineral es alimentado de la tolva de finos

mediante una faja transportadora de 1.8 m de largo y de 16" de ancho al molino de bolas 4' x 4' marca COMESA, la cual la descarga por rebose, el cual opera en circuito cerrado con un clasificador helicoidal de 24" de ancho y 16' de longitud.

El circuito opera con una carga circulante de 250 % y su producto que rebosa el clasificador es alimentado al circuito de flotación, con una pulpa de densidad en promedio de 1220 g/cc, con una granulometría de 65% - 200 malla.

#### 4.9.5 CIRCUITO DE GRAVIMETRÍA

La descarga de molino 4' x 4', con una granulometría de 70% -20 malla, es sometida a una operación de pre-concentración gravimetría en un jig duplex tipo denver de 8" x 12". el concentrado del jig del cajón n° 1 para luego ser sometido a una remolienda de un molino 2' x 3' que se encuentra en laboratorio metalúrgico, el cual es amalgamado la pulpa del concentrado de jig, finalmente se obtiene la amalgama, luego es refogado en una retorta, la cual se obtiene el oro refogado, con un 90% de pureza.

#### 4.9.6 CIRCUITO N° 2 DE AMALGAMACIÓN

El producto de la descarga de jig del cajón n° 2 es transportado a una tolva de 2 TM, el cual es alimentado por gravedad a un molino hechizo de bolas de 2' x 3', el producto de dicha remolienda es alimentado a un molino chileno tipo trapiche, en la cual este equipo cumple tres funciones: de amalgamar, de hacer una operación de remolienda, la

operación de deslamado (limpieza), el producto de la amalgamación es cosechado diariamente y es refogado en la retorta de laboratorio metalúrgico.

#### 4.9.7 EL REBOSE DEL MOLINO CHILENO (TRAPICHE),

Es alimentado a un molino de 2'x3' de amalgamación, además también se obtiene la amalgama, y es cosechado ínter diario, dicha amalgamación también es refogado en el laboratorio metalúrgico en la cual se obtiene el oro refogado.

La descarga de la pulpa del molino amalgamador de 2' x 3' es alimentado a un pequeño clasificador de 2.00 m de largo y 16" de ancho y el rebose del clasificador es alimentado al circuito de flotación, mediante una bomba de lodos de 1 1/2" x 1 1/4".

Todo el producto obtenido en el circuito de amalgamación, es recuperado en una retorta para volatilizar y recuperar el mercurio, obteniendo un oro refogado de 90% de ley, en la cual es fundido en hormo de crisol, para obtener el producto final del proceso, que es el oro bullión con una ley fina de 950 milésimas.

#### 4.9.8 CIRCUITO DE FLOTACIÓN

El rebose del clasificador, con un contenido de porcentaje de sólidos de 28.64 %, es alimentado a las celdas serranas, en la cual se añade el xantato amílico de sodio (z6) como colector, y el aceite de pino como espumante, y es alimentado a la celda serrana N° 1 de 5', en la cual se

obtiene el concentrado primario, y el relave pasa a otra celda serrana, para luego obtener un concentrado secundario.

El relave de la celda serrana es alimentado al circuito de flotación compuesto por seis celdas n° 15 marca COMESA de las cuales, cinco celdas son devastadores, y una de limpieza, el producto de concentrado es bombeado a la celda serrana n° 1, el tiempo de flotación en este circuito es de 24 minutos.

El concentrado de flotación se deposita en un tanque de 2 m de diámetro por 2 m de altura.

#### 4.9.9 CIRCUITO DE CIANURACION

Los concentrados de flotación, y los relaves de amalgamación obtenidos en la planta, con una granulometría de 75 % -200 malla, son cianurados por agitación mecánica.

Este proceso se realiza por lotes o batch en dos tanques con agitación mecánica de 3 m de diámetro por 3 m de altura y su capacidad es de 8 tms de concentrado y 14 metros cúbicos de solución.

La pulpa tiene que ser previamente oreada, agitándose por 5 a 6 horas.

Esta operación disminuye el consumo de cal y cianuro de sodio. Luego la pulpa es decantada adicionado floculante, antes de pasar a la agitación, luego se cambia la solución para el proceso de cianuración.

#### 4.9.10 CONDICIONES DE CIANURACION

- Granulometría: 75 % -200 malla
- Relación l/s: 1.5:1
- Tiempo de pre-aireación y lavado: 5 a 6 horas
- PH de cianuración: 11
- porcentaje de cianuro libre: 0.15 %
- consumo de cianuro: 16.636 Kg./TM
- consumo de cal: 15.635 Kg./TM
- Tiempo de cianuración: 100 horas promedio

Después del proceso de cianuración la pulpa es decantada en los tanques N° 1 y N° 2, previa adición del floculante, una vez decantada dicha pulpa, la parte líquida que es la solución Pregnant es bombeada a tres tanques N° 7, N° 8 y N° 9, en la cual es depositada la solución Pregnant en dichos tanques, luego alimentado por gravedad a las cuatro columnas de carbón activado para el proceso de adsorción, y la solución barren nuevamente es bombeado a los tanques, en la cual es un circuito cerrado.

Una vez concluido las campañas del proceso de cianuración y adsorción se cosecha el carbón activado de acuerdo a su ley de las cuatro columnas, luego es enviado a la ciudad de Lima para el proceso de desorción.

#### 4.9.11 ELIMINACIÓN DEL CIANURO REMANENTE

La pulpa y la solución barren del proceso de cianuración una vez concluido la campaña, el relave es depositado con un  $\text{ph} = 10$  y fuerza de cianuro de sodio libre 0.020 % en la cual es neutralizado con 1.5 kg / TM de cal y 0.02 kg / TM de sulfato de cobre llegando a una fuerza de cianuro de 0.012 % y  $\text{ph} = 11$ . Para lo cual es depositado en la cancha de relaves, por gravedad.

#### 4.9.12 ABSORCIÓN CON CARBÓN ACTIVADO.

Concluido las 100 horas de cianuración se hace decantar 16.0 hrs. en el mismo tanque para luego extraer la solución premiada, que es transportado a través de una bomba a uno de los tanques N° 7, 8 o 9 según se encuentre disponible. Luego se hace ingresar solución barren al tanque para hacer un lavado de la pulpa con el fin de extraer por completo la solución premiada que pueda quedarse en la pulpa cianurada. Una vez puesta las soluciones ricas en los tanques de solución, cualquiera de ellas se hace pasar mediante una tubería y por gravedad a las cuatro columnas de carbón, de 100 kg., de capacidad c/u, dispuestas en serie, para la adsorción del oro por el carbón activado, la solución barren vuelve al tanque de la que esta bajando hacia las columnas quedando así en circuito cerrado, proceso que dura unas 74.0 hrs., de acuerdo a las leyes reportadas de las soluciones barren las cuales deben analizar una baja ley para que

esta puedan volver a uno de los tanques, N° 1 o N° 2, para un nuevo proceso.

El carbón activado cargado con no menor de 1 gr. de Au/kg. de carbón después de varias operaciones es descargado de las columnas para ser procesadas en Lima.

#### **4.10 REACTIVOS CONSUMIDOS.**

Como parte del proceso de recuperación, la planta de beneficio utiliza los siguientes reactivos:

##### **4.10.1 CAL VIVA**

Se emplea en la etapa de cianuración como modificador de ph cuya operación es de 11.0, se estima un consumo de 5 kg., de cal por TM de concentrado de flotación, se alimenta en el tanque N° 1 o N° 2 en forma de cal viva.

También se emplea para neutralizar ph ligeramente ácidos y precipitar partículas en suspensión presentes en las aguas residuales.

##### **4.10.2 XANTATO ISOPROPILICO DE SODIO (Z-6)**

Se utiliza como colector para la flotación del oro nativo y los sulfuros auríferos. El consumo para un trabajo eficiente es de 0.25 kg. / TM. se alimenta diluyendo al 10 % en el rebose del clasificador, llegando su consumo a los 5 kg. por día.

#### 4.10.3 ACEITE DE PINO.

Se utiliza como espumante en la flotación del oro nativo y los sulfuros auríferos. El consumo para un trabajo eficiente es de 0.316 kg. /TM. se alimenta sin diluir en el rebose del clasificador, llegando a su consumo a los 6.32 kg. por día.

#### 4.10.4 HIDRÓXIDO DE SODIO.

Se utiliza como oxidante para la limpieza de la superficie del oro en la amalgamación del concentrado de jig. El consumo estimado para cumplir con su función se estima en 2 kg. por TM de concentrado jig. se alimenta al molino 2'x3' diluyendo al 10 % llegando el consumo a los 34 kg. por mes.

#### 4.10.5 MERCURIO AL 99 %.

Se utiliza en la amalgamación del concentrado de jig para “mojar” las partículas de oro libre y luego recuperarlas mediante un filtro.

El consumo estimado para una buena recuperación se estima en 0.064 kg. por Ton. de concentrado de jig. se alimenta en forma pura al molino chileno y al amalgamador continuo, llegando su consumo a los 0.200 kg. por día. Estas pérdidas mecánicas quedan atrapadas en el relave de amalgamación el cual es recuperado en la etapa de flotación y posteriormente por cianuración.



#### 4.10.6 DETERGENTE INDUSTRIAL.

Se utiliza en la amalgamación de las muestras de mina para lavar las partículas de oro libre de sustancias orgánicas tales como la grasa proveniente de mina, se alimenta a los molinos amalgamadores diluyendo al 0.5 % llegando el consumo a los 0.07 kg. por muestra analizada.

#### 4.10.7 SULFATO DE SODIO.

Se utiliza en la amalgamación del concentrado de jig para deprimir la presencia de la arsenopirita, se alimenta al trapiche (molino chileno) diluido al 10% llegando al consumo 0.025 kg /ton de concentrado.

#### 4.10.8 CIANURO DE SODIO.

Se utiliza en la cianuración del concentrado de flotación para lixiviar al oro fino libre y sulfuros auríferos, se alimenta en forma sólida directamente al tanque de cianuración en dos etapas, cuya dosificación es de 7.0 kg. de CnNa / TM. de Concentrado y llegando el consumo a los 40.0 kg. por cada lote de cianuración

### **4.11 TOMA DE AGUA.**

El agua para la planta concentradora proviene de la laguna lunar (deshielo), ubicado al lado sur del nevado Ananea entre los cerros san francisco y cerro lunar.

Dado que el requerimiento para el procesamiento es de 3 l/s. el agua es bombeada por una bomba siemens con motor de 12 hp directamente al reservorio de 20.5 m<sup>3</sup> de capacidad y de aquí alimenta a la planta mediante tubería de 3” de diámetro.

#### 4.11.1 TRATAMIENTO DE RELAVES Y AGUA DECANTADA.

Los desechos producidos en la planta de beneficio de la Corporación Minera Ananea como consecuencia de las operaciones metalúrgicas son:

- Relaves con contenido de cianuro proveniente de la planta del proceso de Cianuración.
- Agua de decantación de la cancha de relaves.

Los relaves que actualmente se generan son depositados en la relavera existente, y el agua decantada o clarificada de la cancha de relaves, es conducida en su totalidad a la poza de sedimentación que se encuentra ubicada en la parte baja de la indicada relavera de la cual por rebose cae a un sumidero y de aquí es bombeado al reservorio de la planta.

Las aguas procedentes del relave de cianuración pasan actualmente por un proceso de clorinación alcalina con hipoclorito de sodio y cal para neutralizar la acción contaminante del cianuro, esto es antes de ser unidas a las aguas del proceso industrial.

#### 4.11.2 DESCRIPCIÓN DE LA CANCHA DE RELAVES.

En la Corporación Minera Ananea S.A. y en Comuni 21, ya existían sus respectivas canchas de relave.

Sin embargo, en cumplimiento de las normas vigentes sobre estabilidad física y química de depósitos de relaves, Comuni 21 ha ejecutado obras de estabilización y drenajes del actual depósito de relaves, mas una poza de decantación o sedimentación con armadura de acero de seis compartimentos al pie de dicha cancha.

El proyecto ha sido realizado por la firma CONIMASA por encargo de la empresa minera, para determinar la estabilidad física de la relavera existente, su cimentación y el basamento rocoso en que se fundara, de acuerdo al reglamento nacional de construcciones y normas de ASTM, desarrollándose para ello los análisis de estabilidad estática y pseudo - estática del actual deposito, considerando el modelo geomecánico adecuados para superficies de falla con menores valores de factores de seguridad, estableciéndose el tipo ruptura potencial y el mecanismo de falla del talud principal, lo cual permitió conocer la envergadura de la obra de estabilización que había que ejecutarse, como es el muro de sostenimiento definitivo de concreto armado provisto de drenajes ubicado detrás del muro, debajo del material de relave consistentes en tubos de pvc de 3" de diámetro para el dren longitudinal y de 2" para el dren transversal, perforados en todo su longitud, y con orificios de 3 mm en su mitad superior forrados con geotextil, los mismos que han sido colocados a una inclinación mínima de 5:1000 conduciendo las aguas a una poza de descarga de la que serán evacuadas mediante una tubería de 6" a las pozas

de sedimentación y finalmente de aquí se evacua al canal de Vizcachani mediante tuberías verificando su ph del agua.

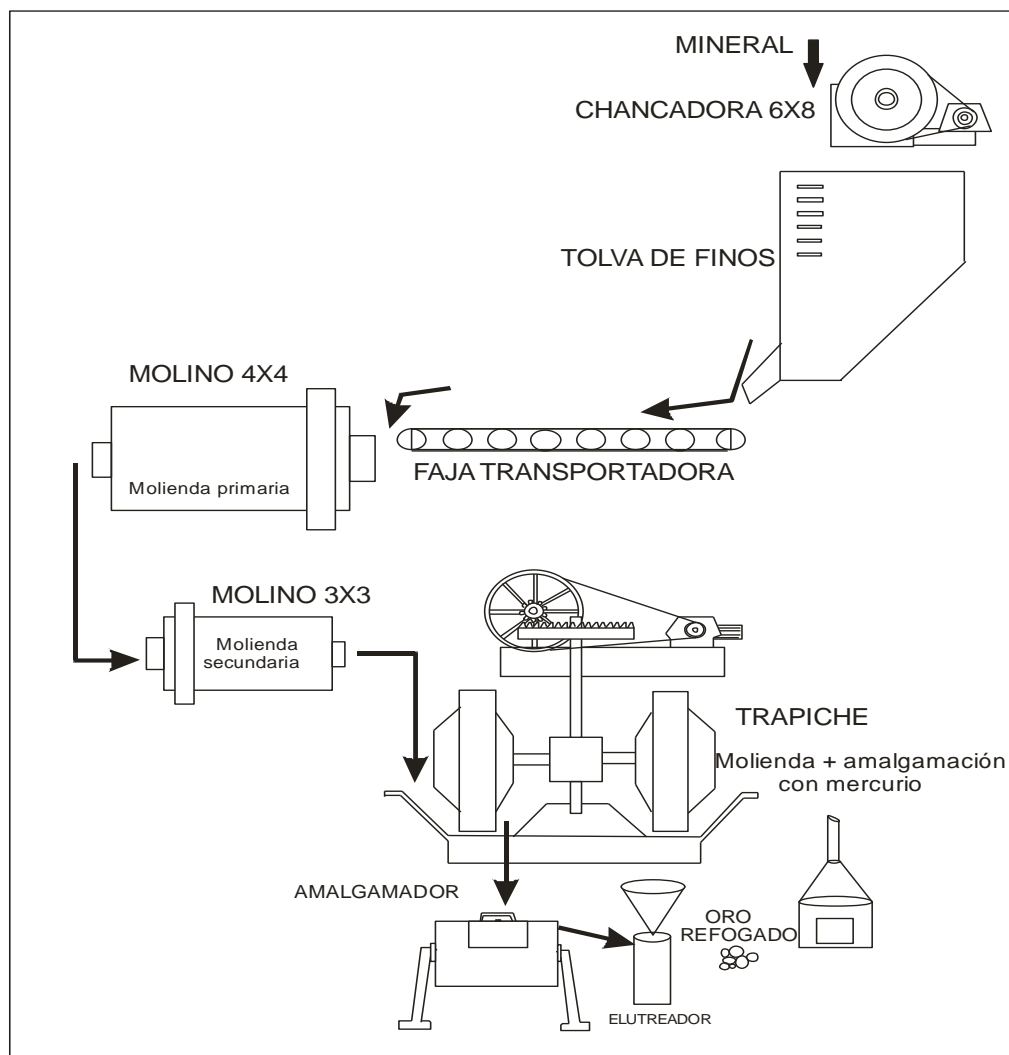


FIGURA 4.9: FLOW SHET PLANTA DE AMALGAMACIÓN – INICIAL

FUENTE:  
PROPIA

## **4.12 MAQUINARIAS Y EQUIPOS PARA EL PLAN DE MINADO**

### **4.12.1 RED DE AIRE COMPRIMIDO**

La Corporacion (CMASA) cuenta con compresoras propias, con las siguientes características:

- 02 compresoras eléctricas, marca Sullair de 750 cfm
- 01 compresora Atlas Coopco 110 GA
- 01 compresora Atlas Coopco 55 GA
- 01 compresora KAESER 320

### **4.12.2 EQUIPOS Y MATERIALES DE LA CORPORACION**

- Una locomotora de 6 carros mineros de capacidad por el tiempo de uso ahora solo trabaja con 2 carros mineros de 1 tonelada de capacidad cada una.
- Líneas de cauville de 33 kg/m.
- Dos palas neumáticas EIMCO actualmente ubicados en el nivel 4995
- Cuatro perforadoras jackleg modelo seco marca boartlongyear.
- Un winche de 25HP
- Dos winches de 30HP
- Un winche de 10HP
- Cuatro winches de 20HP
- Un winche 10HP utilizado para izaje de mineral hacia la planta
- Cuatro carros mineros operativos modelo U-35
- Una locomotora de 96 V M-YASAKY y Cinco carros mineros operativos modelo U-35

#### 4.12.3 RED DE ELECTRICIDAD

- Sub estación de Ananea de 160 KVA, tablero de distribución y accesorios completos.
- Distribución de red primaria con cables de aluminio 3X35 N15 (35 mm)
- Red secundaria de electricidad y alumbrado con cables autoportantes 3X10, 3X12, 2X12, y cable sólido de Cu N°10 y N°12.

## **CAPITULO V**

### **PLAN DE MINADO DE LAS OPERACIONES MINERO METALURGICAS**

#### **5.1 PROGRAMA DE MOTIVACIÓN DE LAS OPERACIONES**

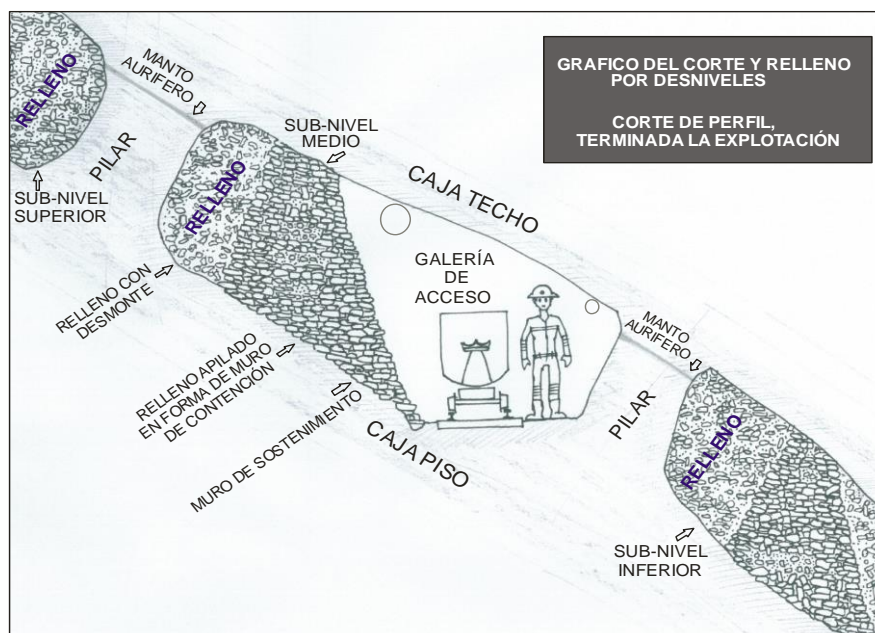
Se ejecuta un programa en etapas de cada una de las actividades mineras, partiendo de su estilo de trabajo artesanal e inculcándoles poco a poco, ideas, controles y acciones propias de la minería a mayor escala.

Para que esta ejecución tenga efecto, se realiza paulatinamente y no de forma impositiva, más por el contrario se hace de forma inductiva, para que los trabajadores perciban que al mejorar gradualmente sus actividades mineras cotidianas, no sólo la empresa se ve beneficiada, si no que son ellos mismos los que se favorecen al llevar un trabajo ordenado y eficiente, trayendo consigo el bienestar de sentirse bien y seguros en su lugar de trabajo, lo cual repercute no solo de forma personal, sino que incluye a los compañeros de su grupo de trabajo, familia, y a todo el entorno laboral de la empresa.

## 5.2 NUEVO MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

Para perfeccionar el método de explotación, se implementa un nuevo planeamiento mina, para pasar progresivamente del método de “cámaras y pilares con circado”, hacia el método de “corte y relleno ascendente”, al ser este último el método con el que se obtienen mayores volúmenes de mineral a menor costo, y sobre todo con la contingencia de que en profundidad los mantos cambian de buzamientos y se convierten en vetas o filones angostos.

En el proceso del mejoramiento, y en concordancia con la experiencia de los perforistas se consigue un híbrido, nuevo método de explotación, que denominaremos “corte y relleno en desniveles”, los cuales se aplican para las zonas adyacentes a la caída de los mantos donde los buzamientos cambian de 20° hasta 30°.



**FIGURA 5.1: GRAFICO DE CORTE Y RELLENO** FUENTE: PROPIA

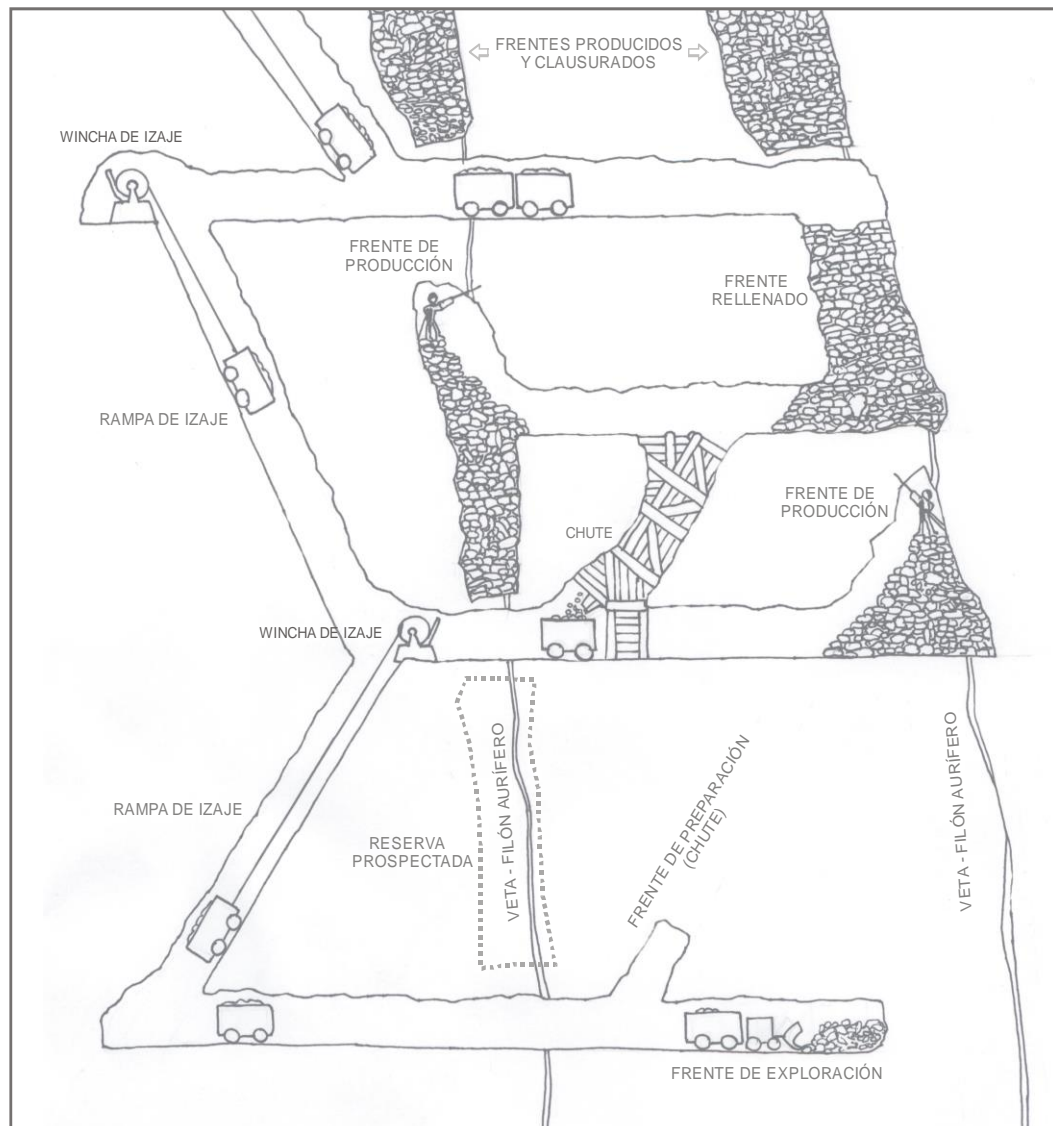


### 5.2.1 CORTE Y RELLENO EN DESNIVELES

Para aplicar este método se comienza a partir de una galería en la zona inferior del frente de tajeo, se define el cubo de explotación y las caras libres, además, ya que se realizarán tajeos amplios y se dejarán pocos pilares o pilares más delgados, se dispondrá de un plan de relleno inmediato en forma de columnas o “pircas o pircado continuo” para asegurar la estabilidad del techo, por último en el planeamiento mina se dispondrá que al término de estos tajeos, estas labores deberán ser clausuradas definitivamente por lo que también son diseñadas alejadas de las labores principales.

### 5.2.2 CORTE Y RELLENO ASCENDENTE

Este método se ejecuta en las zonas profundas de la operación, posteriores a la “caída de los mantos”, en donde la explotación se realiza en vetas angostas con más de 30° grados de buzamiento, para lo cual nos ceñimos al manual de minería, utilizando dos labores de corte, una inferior y otra superior que definen la veta, estas son tajeadas desde la labor inferior a la superior, dejando la veta de cuarzo aurífero al costado derecho para realizar las “quiebras” de mineral, e inmediatamente proceder con el relleno respectivo con desmontes para ascender una cota más para que el grupo de perforación tenga piso para su siguiente faena. En este método se consideran puentes y chutes para el carguío de mineral, el cual es explicado en el siguiente gráfico.



**FIGURA 5.2: FRENTES DE PRODUCCION**

FUENTE: PROPIA

### 5.3 SISTEMA DE PERFORACIÓN Y VOLADURA

Se programan reuniones con todos los grupos de perforación, para que de acuerdo a su experiencia definan los tipos de rocas que hay en las diferentes labores, y se elabore un diseño de malla de perforación adecuado para cada tipo de frente, se les capacita en los tipos de malla técnicos, método de carguío, control de

explosivos, seguridad en el manejo de explosivos, factor de carga, ley de corte, para el mejoramiento del proceso.

El arranque o corte inicial para la voladura, se da con seis taladros paralelos en dos grupos de tres taladros, de los cuales se dejan sin carga uno o dos taladros vacios al momento de iniciar la voladura (de acuerdo a la dureza de roca), posteriormente se perforan las ayudas primarias alrededor de donde el arranque saca la cara libre, circundante de ellas se perforan los taladros cuadradores, de alzas y rastras para completar la malla del frente con espaciamiento o burden promedio de 26.5 cm. la cantidad de taladros por frentes es de 4 y 5 pies, se calculan los tiempos de perforación, pies perforados por faena de perforación.

En concordancia con todos los grupos de perforación se elaboró un diseño estándar de malla de perforación, pero en el momento de las perforaciones este puede variar conforme se pongan de acuerdo el capataz de perforación y el maestro perforista de como se puede quizás reducir la cantidad de taladros para mejorar la voladura, dependiendo del tipo de roca, fallas y juntas que se presenten, filtración de aguas subterráneas, y tipo de perforación (frente o tajeo), para su apreciación se ha detallado en la figura 4.7, de la pagina 75 la malla de perforación empleada en la empresa.

#### **5.4 SISTEMA DE ACARREO Y TRANSPORTE**

El acarreo y transporte de menas y desmonte, está a cargo del encargado del frente y del capataz de limpieza, quienes coordinan en las charlas de seguridad

con el Dpto. de seguridad, y charlas de capacitación para que se encuentren preparados en las labores particulares de cada frente de trabajo.

El mejor redimiento se obtiene en base al sistema de rieles y carros mineros para la extracción de desmontes, la misma que depende del sistema de izaje mediante winchas para las labores de arrastre en tajeos, considerando facilidades de ampliación para instalar locomotora eléctrica, pala neumática y rastrillos en operaciones futuras.

El sistema de carguío hacia los carros mineros se efectúa utilizando palas y picos, que los obreros cargan a las carretillas para trasladar la mena y desmonte hacia puntos de carguío, que se ubican siempre cercanos a las labores en operación, y son de tipo rampa, desnivel y chute de almacenamiento.

El sistema de acarreo hacia un punto de carguío mediante carretillas, palas y picos, resulta un método dinámico, que resulta económico y flexible, siempre que se mantenga a no menos de 50 metros de dicho punto de carguío.

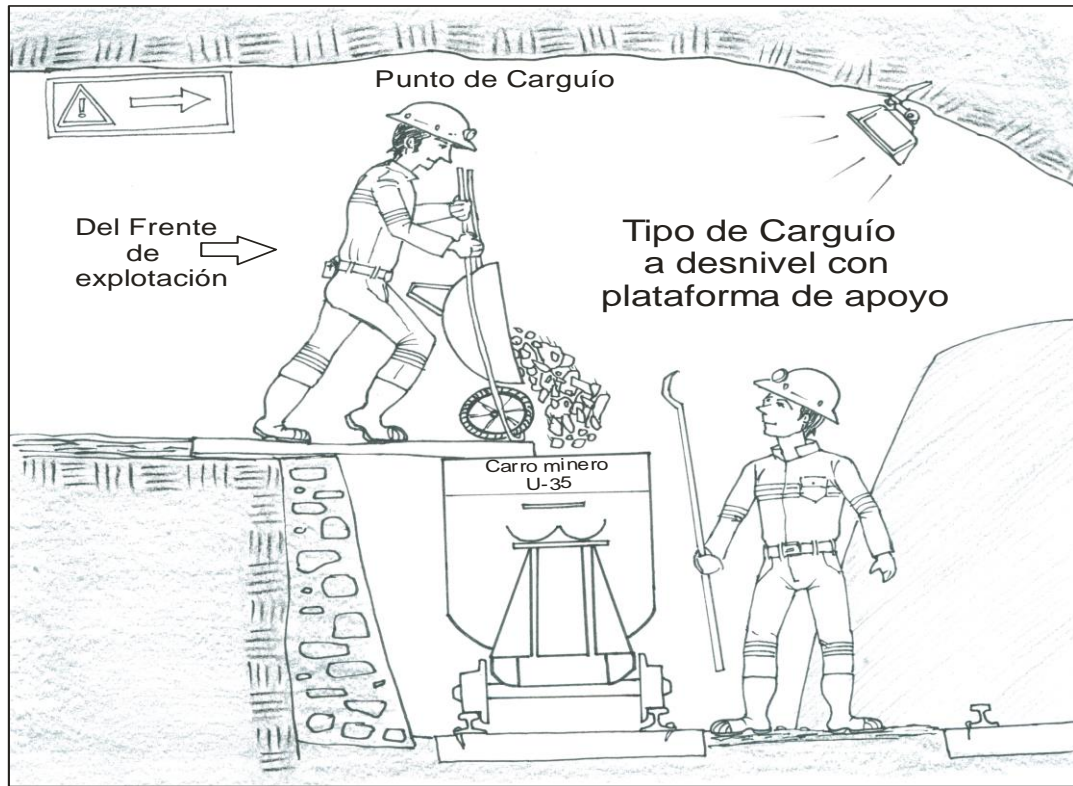


FIGURA 5.3: PUNTO DE CARGUIO

FUENTE: PROPIA

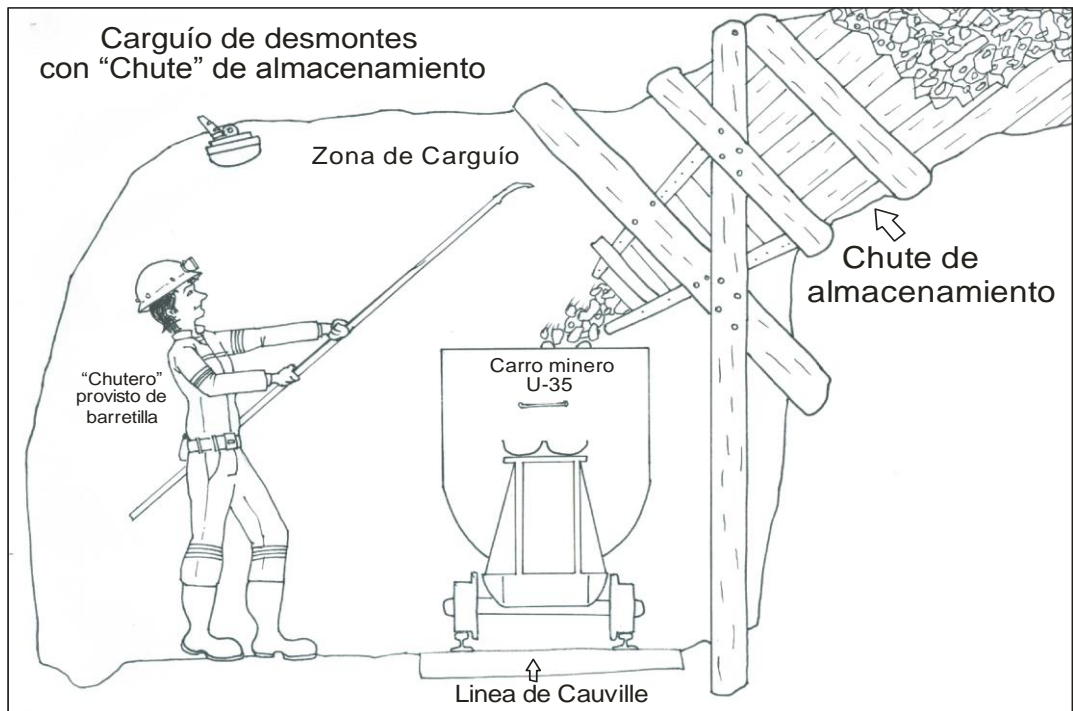


FIGURA 5.4: ZONA DE CARGUIO

FUENTE: PROPIA

### 5.4.1 SISTEMA DE RIELES

Para mejorar el sistema de las operaciones mineras, se dispuso el método de “Minería Convencional”, para la extracción de minerales, este método “clásico” de minería está caracterizado por el uso de rieles, carritos mineros sobre rieles, tolvas, chutes de almacenamiento, winchas de arrastre, de izaje, palas neumáticas, locomotora, las cuales operadas por personal obrero calificado y en conjunto le dan ese diseño y vista tradicional de una mina en operación.

Las características principales del sistema de rieles son:

- Rieles de 30 libras por yarda, dispuestas en collera de trocha 500 mm.
- Durmientes de madera de 4” X 4” X 4’, que sirven de asiento de la collera o línea de riel.
- Accesorios del tendido de rieles: Eclisas planas, clavos y pernos rieleros.
- Debido a que el sistema de rieles se da en declive no se utiliza momentáneamente locomotora, ya que las pendientes de las rampas varían en 10°, 25°, 30° y 35°, para lo cual se utilizan winchas de izaje de una tambora, accionados por motor eléctrico con caja reductora que incluye sistema de doble freno con piñones y planetarios.

## 5.5 SISTEMA DE VENTILACIÓN

Para la ventilación de todos los frentes, se determina el “Circuito de Aire” de toda la mina, la misma que consta de un circuito de ventilación forzada (ventiladores y mangas), y otro de ventilación natural, en la que el flujo y caudal de aire que ingresan por las labores y chimeneas se ven influenciados por factores como, las condiciones atmosféricas, presión, temperatura y horario de las corrientes de aire de la mañana, tarde y noche.

Cabe resaltar que en las labores mineras de Rinconada son frecuentes las conexiones entre contratistas mineros, las mismas que son aprovechadas para reforzar el flujo de aire fresco en las labores, además, la empresa al utilizar el método de minería convencional no genera gases de CO<sub>2</sub>, u otros producto de la combustión interna de motores diesel, por lo que sólo nos dedicaremos a ventilar los gases de las voladuras, y a mantener el flujo de ventilación adecuado para el trabajo del personal obrero en interior mina.

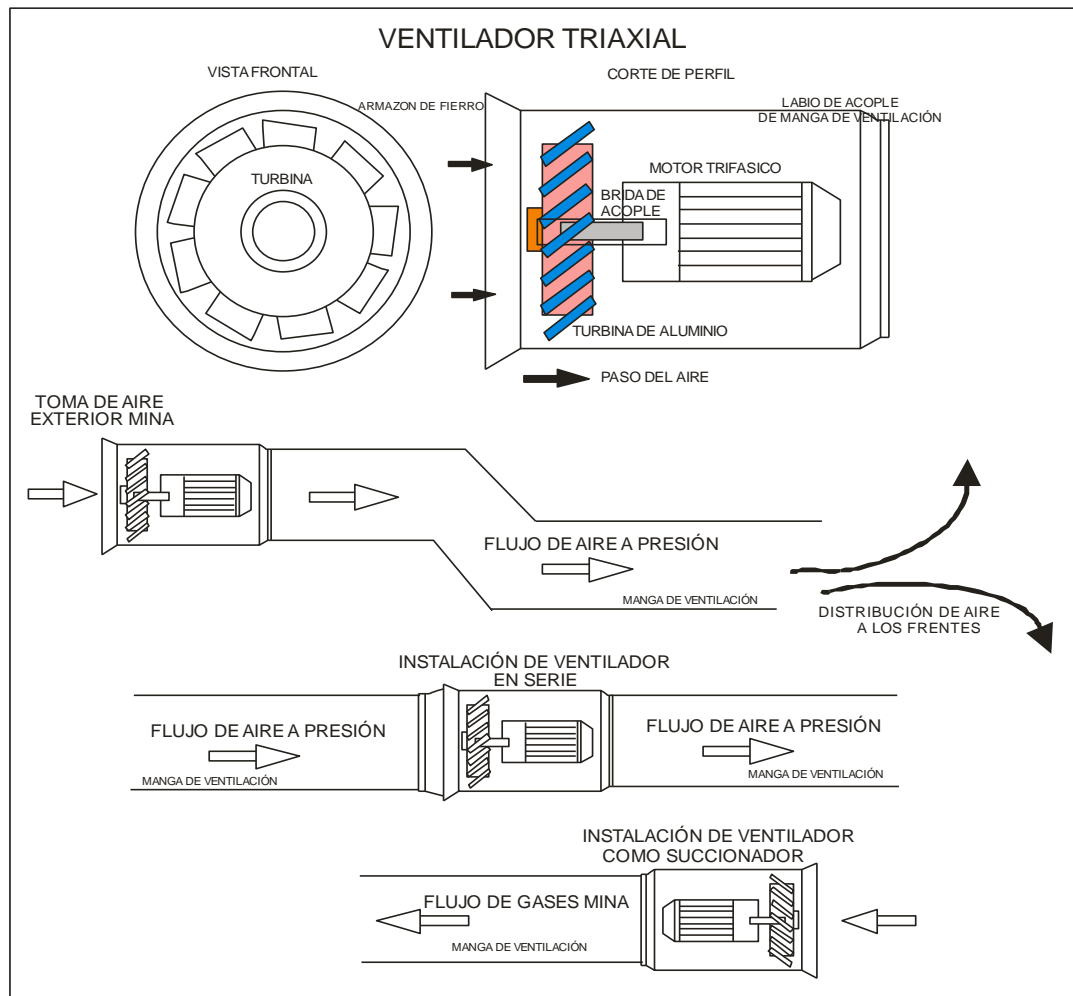


FIGURA 5.5: VENTILADOR TRIAXIAL

FUENTE: PROPIA

## 5.6 DESCRIPCIÓN DEL BENEFICIO DE MINERALES

Se ejecuta el trabajo en conjunto, como es el “Grupo de Producción mina”, “grupo de selección de minerales de pinta” y “Jefatura de Planta Concentradora”, los cuales mediante sus jefes respectivos coordinan los trabajos para mantener abastecida la planta.

Se utilizan recibos de inspección de minerales en interior mina, tablas de control de selección de minerales, tablas de control de las molidas y



producciones de la planta, y un control exhaustivo de las leyes de todos los frentes de la mina.

El grupo de producción inspecciona cada disparo de todos los frentes de la empresa y envía constantemente muestras hacia el laboratorio de la planta para llevar el control de las leyes de mineral de todos los avances y tajeos. También el grupo de producción coordina el programa de “quiebras” de mineral de los frentes de la mina, y son los encargados de recolectar y seleccionar todo el mineral de los mantos de los frentes y acopiarlos en sacos (diferenciando pinta y mineral) mediante recibos de relevo con la Vigilancia, para finalmente distribuirlos en los almacenes respectivos.

Manteniendo una comunicación constante entre el grupo de producción y el grupo seleccionador de minerales, se logra determinar las zonas de ocurrencias de pequeños stocks works, o clavos diseminados de vetillas de cuarzo (Chaqchos), los cuales son separados de las gangas que los grupos de limpieza extraen de la mina, para su posterior chancado y envío a planta.

## **5.7 CUMPLIMIENTO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD MINERA**

Se ejecuta mediante el Programa Anual de Seguridad e Higiene Minera, que el departamento de Seguridad prepara, el cual comprende ciclos de entrenamientos, capacitaciones, uso de herramientas de gestión (pets, petar, cheklist, iperc, etc.) y demás disposiciones a cumplir con el personal mediante una agenda anual del programa de seguridad según D.S. 055-2010-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.

## **5.8 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MÁQUINAS**

Se brinda una especial importancia a la Jefatura de Máquinas, ya que juntamente con la oficina de Almacén-mina y Oficina de logística de Lima y Juliaca, tienen que mantener en óptimas condiciones todos los equipos y maquinarias de la empresa, debiendo realizar constantes trabajos de control, verificación y reparación de los mismos, incidiendo en el “programa de mantenimiento preventivo”, para garantizar una disponibilidad mecánica al 100% en todos los equipos de la mina. Además se deberá establecer un programa de adquisición de equipos e insumos mineros, los cuales deberán estar programados y mantener equipos nuevos y/o operativos en stand-by, que se utilizarán cuando otros equipos entren en mantenimiento, sufran algún tipo de falla y/o descoordinación.

## **5.9 SISTEMA OPERATIVO DEL ALMACÉN MINA**

El trabajo de esta jefatura es de gran importancia para la dinamización de las operaciones, ya que es el nexo principal para obtener la disponibilidad de repuestos para los equipos de la operación. Se incide de manera sistemática, incluyendo una variedad de reportes, tablas de control y sistematizándolo en función a los stocks y pedidos que se hagan, llevando un control estricto de cada material, insumo, herramienta, explosivo y maquinaria que se utilice en la operación minera, llevando un control riguroso de salida que incluye desde el más minúsculo clavo, perno o arandela, hasta la salida de las más sofisticada máquina minera y todo se controla con cartillas, vales de ingreso y salida, reportes, ya que

cualquier insumo tiene un costo, y es aquí donde se incide más para poder mejorar el sistema de las operaciones y reducir los costos.

## **5.10 MANEJO GERENCIAL**

En el sistema de las operaciones, se da el mayor realce al manejo de personal, considerándolo como el principal pilar de la empresa, brindando importancia al factor humano, ofreciéndoles a nuestros trabajadores condiciones de trabajo seguras, cómodas y bien remuneradas, ya que al participar por medio del “cachorro” de los mismos volúmenes de mineral y leyes auríferas en los frentes de producción de la empresa, obtienen entre un 30% a 40 % de las utilidades de la empresa con un costo mínimo de extracción, ya que los obreros en sus recompensas sólo gastan en los explosivos, y costo de aire comprimido.

A partir de un buen manejo del personal se logra fortalecer la operación minera, ya que el obrero bien remunerado y que trabaja en condiciones seguras, aporta un trabajo más eficiente, y se siente comprometido con las metas generales de la empresa, porque sabe también que participará de los éxitos de la misma.

La comunicación y coordinación entre todos los trabajadores de la empresa es constante, logrando un ambiente de trabajo amical y hasta de tipo familiar, comprometidos con los objetivos de la misma, sabiendo de que la exigencia por las condiciones de trabajar en una mina y a esta altitud son difíciles (5,000 m.s.n.m.), pero que tienen el respaldo de trabajar para una empresa importante de la zona, y la hacen grande. Asimismo la empresa también les retribuirá de la

misma manera, para que su esfuerzo se vea ampliamente compensado no solo económicamente sino moral y familiarmente.

### **5.11 SISTEMA DE SEGURIDAD Y DEL AMBIENTE**

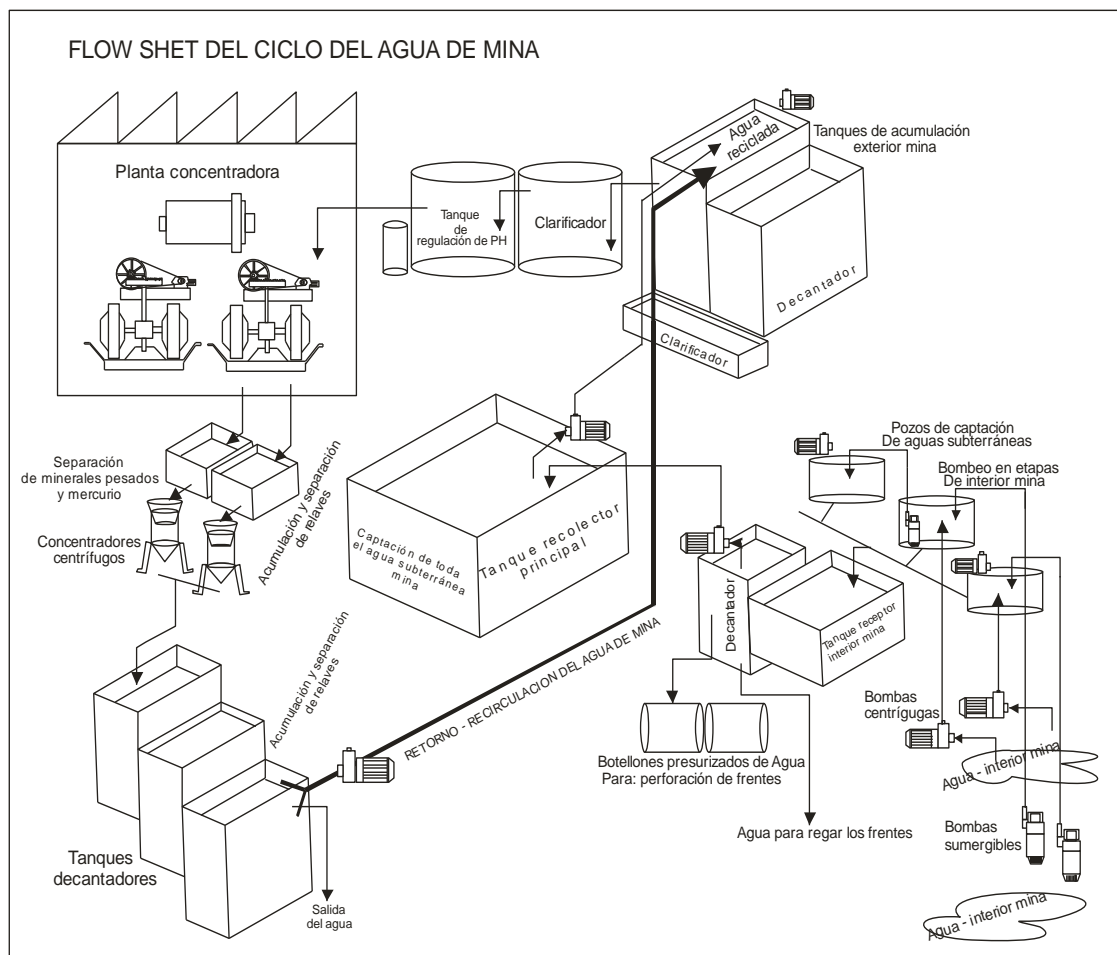
Dado que el agua es el segundo recurso natural más importante en la zona después del oro, se le brinda especial atención. Primeramente se deberá captar toda el agua de mina, o drenaje ácido de mina, canalizarlo y almacenarlo en un solo pozo de captación que se encuentra acondicionado e impermeabilizado en interior mina, cerca a la galería principal.

Es en este depósito o Tanque recolector principal, donde se captará toda el agua que proviene de interior mina de 20 litros por minuto, producto de filtraciones subterráneas, bombeo de aguas, etc. estará sincronizado al plano de circuito de aguas subterráneas que permita conocer y distribuir el flujo de aguas, para poder controlar y reutilizar las aguas de interior mina; las que se utilizarán para la molienda de minerales, para abastecer los botellones de agua de la perforación y tanques elevados para el lavado de los frentes.

Se debe cuidar el agua en la mina con una visión de reciclaje y reutilización ya que en la temporada de heladas las aguas subterráneas se congelan, y hay escasez de agua en toda la zona, tanto para uso industrial-minero y doméstico.

El agua que se va a utilizar para la planta pasa a unos tanques de almacenamiento, donde se termina de decantar, y se afina su PH para que sea el adecuado en la molienda de minerales.

Posteriormente el agua que sale de la planta de 15 litros por minuto será distribuida a otros tanques de decantación para ser separada de los relaves, y devuelta al medio ambiente manteniendo los límites máximos permisibles de evacuación, los cuales serán mejor detallados en el siguiente punto.



**FIGURA 5.6: CICLO DEL AGUA DE MINA**

**FUENTE: PROPIA**

## 5.12 CONTROL SISTEMÁTICO DE LAS OPERACIONES

De acuerdo al decálogo del desarrollo, es el “Orden” lo primero que se debe ejecutar para hacer bien las cosas, es por eso que se integran de manera gradual diversas tablas y cartillas de control, estas organizan y controlan la operación minera con miras a obtener datos estadísticos que permitan afinar y mejorar, en primer lugar los costos de la operación y en segundo lugar buscar la mejor rentabilidad, es decir gastar poco y producir más, con leyes bajas de mineral.

Resumiendo el presente caso, para establecer el ordenamiento de la operación primeramente se codificaron:

- 1) El personal obrero y empleado,
- 2) Los insumos, herramientas y maquinarias mineras.

Se dio un tiempo prudencial para que todo el personal se familiarice con los códigos, para posteriormente ceñirnos al siguiente plan:

- Se diseñan cartillas de ingreso y salida de insumos del almacén mina, las cuales se montaron para imprimir en cartulina, con una interfaz amigable de llenado de datos, para luego ser sistematizado en una central de datos computarizada.
- Posteriormente se implanta el control de operación y el control de acarreo, en los grupos de perforación y limpieza, cartillas que permiten controlar y ordenar la perforación, voladura, y el acarreo de desmontes.

- Al mismo tiempo se mejoran y se sistematizan los controles de asistencia de todos los trabajadores.
- Se elaboran reportes de control de vigilancia, de incidentes, de relevos, de control de insumos, y salida de minerales.
- Se establecen tablas de control de explosivos del almacén mina, y reportes diarios del consumo de cada frente de trabajo.
- Se implantan, tablas de control y vales de salida de todos los insumos mineros que salen de almacén, así como un sistema de control de compras con boletas de pedido, guías de remisión, controles de ventas y compras de la oficina de administración y almacén mina.
- Conjuntamente se mejora el control de gastos de la oficina de administración mina, mediante libros de ingresos y egresos de efectivo y libro de caja chica, para los cuales se diseñan boletas de ingreso y salida adecuados al tipo de trabajo minero, todo con interfaz para ser sistematizado.
- Se anexan y sistematizan a la oficina de administración, tablas de control mejor estructuradas de las producciones de mineral y de las producciones de oro de la planta concentradora.
- Se distribuyen reportes de consumo de insumos y maquinarias a todas las áreas de la empresa.

Al final se organiza todo y se trabaja en conjunto. Tanto la oficina de administración mina, almacén de insumos, almacén de minerales, y la oficina de Juliaca, llevando de manera coordinada todo el control de costos y producción de

la mina, valiéndonos de la tecnología de telecomunicaciones (telefonía móvil, transmisión de datos, internet, redes virtuales, etc.) para mantener actualizada toda la operación al minuto.

Luego se evalúa los datos de las cartillas, los cuales servirán para implementar la reducción de costos, adecuando el consumo de explosivos, factor de carga, factor de desbroce, volumen de mineral y leyes producidas, para definir la ley de corte o cut-off operacional aceptable.



## **CAPITULO VI**

### **RESULTADOS DEL PLAN DE MINADO SUBTERRANEO**

#### **6.1 CARTILLAS DE CONTROL**

Para el sustento detallado del desarrollo de la presente tesis, una de las principales fuentes de datos son los recogidos por las cartillas “control de operación” y “control de acarreo”, las mismas que nos definen datos de la perforación, voladura y acarreo de los frentes de la mina.

Los datos recogidos en estas cartillas eran registrados diariamente al termino de los turnos de perforación y de acarreo, y digitados a una base de datos computarizada, de la cual se extraen reportes y resúmenes mensuales para cada termino de contrata, donde se reflejan datos importantes de ocurrencias en el transcurso de la contrata por cada frente asignado, se puede apreciar el avance y los costos de los frentes programados.

Por cada frente de trabajo se lleva el resumen de la cartilla de “control de operación” y “control de acarreo”.

## 6.2 ESTADÍSTICA DEL CONTROL DE OPERACIÓN

Los siguientes cuadros estadísticos detallan los resúmenes de cada frente de trabajo, datos recogidos de la cartilla de “control de operación”, al final de cada faena de trabajo, las cuales son digitadas en un cuadro Excel por contrata y se detallan por cada frente de trabajo, los que se agrupan en un resumen general de la contrata, tal como se puede ver en las tablas siguientes.

Al comienzo de la operación se incrementó la cantidad de frentes de trabajo de la empresa en un 57%, con la finalidad de obtener más avance, más exploraciones y mayor producción, pero este aumento significaba una evidente y consecuente elevación de los costos de operación.

La cantidad de faenas de perforación por turnos de guardia estaba por encima de 260, en las siguientes 3 contrataciones se reducen entre 200 y 250 faenas, para ir avanzando en una reducción por debajo de las 230 faenas y cerrar con 116 faenas por contrata de trabajo, reduciendo así en 55% menos, la cantidad de faenas o guardias de perforación, obteniendo así mejores volúmenes de mineral.

En el transcurso de las operaciones, nos dimos cuenta que para alcanzar el mejor rendimiento de las operaciones, no es necesario aumentar la cantidad de faenas o guardias de trabajo, si no es encontrar un equilibrio estandar de faenas, para que con la menor cantidad de faenas obtengamos la mayor cantidad de pies perforados por contrata.

TABLA 6.1: CONTRATA A

CONTROL DE OPERACIÓN													
CONTROL DE PERFORACION Y VOLADURA													
CONTRATA "A"	FRETE	N° FAENAS	FECHAS DE TRABAJO		DIAS TRABAJADOS	HORAS MAQUINA	HORAS MAQUINA	TAL PROM	TALADROS	TAL	TAL	TAL	PIES PERFORADOS POR FRETE
			INICIO	FINAL		TOTAL HRS:	PROMEDIO HRS		TOTAL	4 PIES	5 PIES	6 PIES	
	F-1A	35	17/05/2005	07/07/2005	33	72:44:00	02:04	34.25	1199	1145	54	0	4850
	F-1B	34	17/05/2005	07/07/2005	34	56:26:00	01:42	28.6	944	927	17	0	3793
	F-5C	35	16/05/2005	09/07/2005	33	66:20:00	01:54	29	1015	743	181	91	4423
	F-5D	40	09/06/2005	17/07/2005	28	83:09:00	02:05	30.05	1202	1157	45	0	4853
	F-5T2	41	01/06/2005	16/07/2005	33	98:39:00	02:24	30.9	1236	757	479	0	5423
	F-6 AB	42	12/05/2005	17/07/2005	38	72:03:00	01:45	26.46	1042	215	817	10	5005
	F-MACHO	33	10/06/2005	20/07/2005	29	59:08:00	01:47	31.63	1044	1044	0	0	4176
	N° DE FRENTES	FAENAS	FAENAS	DURACION DE LA CONTRATA	DIAS TRABAJADOS	HORAS MAQUINA	HORAS MAQUINA	TAL PROM	TALADROS	TAL	TAL	TAL	PIES PERFORADOS POR CONTRATA
TOTAL		PROMEDIO	EN DIAS CALENDARIO	PROMEDIO	TOTAL HRS:	PROMEDIO	TOTAL		4 PIES	5 PIES	6 PIES		
7	260	37.14	59	32.57	508:29:00	01:57	30.12	7682	5988	1593	101	32523	

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

TABLA 6.2: CONTRATA B

CONTRATA "B"	FRETE	N° FAENAS	FECHAS DE TRABAJO		DIAS TRABAJADOS	HORAS MAQUINA	HORAS MAQUINA	TAL PROM	TALADROS	TAL	TAL	TAL	PIES PERFORADOS POR FRETE
			INICIO	FINAL		TOTAL HRS:	PROMEDIO HRS		TOTAL	4 PIES	5 PIES	6 PIES	
	N° DE FRENTES		FAENAS	FAENAS	DURACION DE LA CONTRATA	DIAS TRABAJADOS	HORAS MAQUINA	HORAS MAQUINA	TAL PROM	TALADROS	TAL	TAL	TAL
				EN DIAS CALENDARIO	PROMEDIO	TOTAL HRS:	PROMEDIO		TOTAL	4 PIES	5 PIES	6 PIES	
	11	283	25.72	42	24	696:26:00	02:26	30.47	8708	5793	2724	191	37938

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

TABLA 6.3: RESUMEN

RESUMEN -CONTROL DE PERFORACION Y VOLADURA												
CONTRATAS	N° DE FRENTE	FAENAS	FAENAS	DIAS TRABAJADOS	HORAS MAQUINA	HORAS MAQUINA	TAL PROM	TALADROS	TAL	TAL	TAL	PIES PERFORADOS POR CONTRATA
		TOTAL	PROMEDIO	PROMEDIO	TOTAL HRS:	PROMEDIO		TOTAL	4 PIES	5 PIES	6 PIES	
CONT A	7	260	37.14	32.6	508:29:00	01:57	30.12	7,682	5,988	1,593	101	32,523.0
CONT B	11	283	25.72	24.0	696:26:00	02:26	30.47	8,708	5,793	2,724	191	37,938.0
CONT C	10	306	30.60	29.1	656:39:00	02:07	30.07	9,210	7,076	1,733	401	39,375.0
CONT D	8	247	30.87	26.0	536:05:00	02:09	27.97	7,147	4,061	2,748	338	32,012.0
CONT E	7	212	30.28	27.3	481:02:00	02:15	29.80	6,409	3,854	2,403	152	28,343.0
CONT F	8	222	27.75	26.9	539:22:00	02:26	31.61	7,060	3,293	3,616	151	32,158.0
CONT G	7	232	33.14	31.6	504:57:00	02:08	26.86	6,269	4,616	1,250	403	27,132.0
CONT H	4	116	29.00	22.3	216:07:00	01:49	26.61	3,240	2,814	377	49	13,435.0

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

También hay una reducción significativa en la ejecución de una contrata en días calendarios, ya que al principio una contrata duraba alrededor de dos meses o más (promedio de 65 días), al concluir hoy por hoy las contratas duran solo un promedio de 30 días calendario, con un tiempo de ejecución de 23 días útiles.

### **6.3 ESTADÍSTICA DEL CONTROL DE ACARREO Y TRANSPORTE**

Los siguientes cuadros estadísticos detallan los resúmenes por cada frente y contrata de trabajo, de los datos recogidos de la cartilla “control de acarreo y transporte”, cada faena de trabajo es reportada con una cartilla las cuales son digitadas a una base de datos para obtener los siguientes resúmenes:

TABLA 6.4: CONTRATA A

CONTROL DE ACARREO Y TRANSPORTE												
CONTRATA "A"	FRETE	N° FAENAS	FECHAS DE TRABAJO		DIAS TRABAJADOS	HORAS ACARREO	HORAS ACARREO	CARROS U-35	CARROS U-35	CARROS U-35	PERSONAL	TONELAJE EXTRAIDO
			INICIO	FINAL		TOTAL HORAS:	PROMEDIO HORAS:	PROMEDIO UTILIZADOS	EXTRAIDOS PROM/GUARDIA	TOTAL EXTRAIDOS	PROMEDIO	
	F-1A	14	12/06/2005	07/07/2005	12	48:05:00	03:26	5.14	5.78	81	25.9	218.7
	F-1B	15	10/06/2005	07/07/2005	15	41:35:00	02:46	3.2	6.26	94	23.9	253.8
	F-5C	24	09/06/2005	10/07/2005	19	75:08:00	03:16	2.9	12.61	265	19.72	715.5
	F-5D	36	10/06/2005	16/07/2005	26	109:20:00	03:02	4.05	8.58	309	25.7	834.3
	F-5T2	26	10/06/2005	15/07/2005	20	83:50:00	03:13	4	9	108	18	291.6
	F-6 AB	20	10/06/2005	16/07/2005	20	102:17:00	04:07	3.6	24.42	464	20.6	1252.8
	F-MACHO	31	10/06/2005	17/07/2005	25	95:08:00	03:04	3.77	8.6	266	20.9	718.2
	N° DE FRENTES	FAENAS	FAENAS	DURACION DE LA CONTRATA	DIAS TRABAJADOS	HORAS ACARREO	HORAS ACARREO	CARROS U-35	CARROS U-35	CARROS U-35	PERSONAL	TONELAJE EXTRAIDO
TOTAL		PROMEDIO	EN DIAS CALENDARIO	PROMEDIO	TOTAL HORAS:	PROMEDIO:	PROMEDIO UTILIZADOS	EXTRAIDOS PROM/GUARDIA	TOTAL EXTRAIDOS	PROMEDIO:	TOTAL:	
7	166	23.71	59	19.57	555:23:00	3:16:00	3.8	10.75	1587	22.1	4284.9	

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

TABLA 6.5: CONTRATA B

CONTRATA "B"	FRENTE	N° FAENAS	FECHAS DE TRABAJO		DIAS TRABAJADOS	HORAS ACARREO	HORAS ACARREO	CARROS U-35	CARROS U-35	CARROS U-35	PERSONAL	TONELAJE EXTRAIDO
			INICIO	FINAL		TOTAL HORAS:	PROMEDIO HORAS:	PROMEDIO UTILIZADOS	EXTRAIDOS PROM/GUARDIA	TOTAL EXTRAIDOS	PROMEDIO	
	N° DE FRENTE	FAENAS	FAENAS	DURACION DE LA CONTRATA	DIAS TRABAJADOS	HORAS ACARREO	HORAS ACARREO	CARROS U-35	CARROS U-35	CARROS U-35	PERSONAL	TONELAJE EXTRAIDO
	F - 1	32	10/08/2005	17/09/2005	31	117:25:00	03:40	4.25	8	256	32.2	691.2
	F - 2	31	09/08/2005	21/09/2005	28	111:30:00	03:36	3.83	9.38	291	18.64	785.7
	F - 3	35	18/07/2005	19/09/2005	26	114:35:00	03:16	3.68	9	315	21.77	850.5
	F - 4	31	09/08/2005	21/09/2005	24	84:25:00	02:43	3	8.14	553	20.77	1493.1
	F - 5C	30	08/08/2005	20/09/2005	28	85:00:00	02:50	2.86	9.8	294	24.23	793.8
	F - 5T2	15	31/08/2005	19/09/2005	12	41:55:00	02:47	3.66	8.13	122	22.3	329.4
	F - 6	35	09/08/2005	19/09/2005	25	107:00:00	03:03	3	13.9	488	21.4	1317.6
	F - 7M	21	01/07/2005	24/08/2005	20	59:50:00	02:50	3	8.8	185	22.4	499.5
	F - A	27	13/06/2005	16/07/2005	26	92:35:00	03:25	3	20.22	546	15.62	1474.2
	F - MACHO	30	09/08/2005	21/09/2005	23	68:20:00	02:16	3.4	6.26	188	22.6	507.6
	F - R	18	16/08/2005	18/09/2005	16	46:30:00	02:35	3.23	8.76	150	22.6	405
		TOTAL	PROMEDIO	EN DIAS CALENDARIO	PROMEDIO	TOTAL HORAS:	PROMEDIO:	PROMEDIO UTILIZADOS	EXTRAIDOS PROM/GUARDIA	TOTAL EXTRAIDOS	PROMEDIO:	TOTAL:
	11	305	27.72	42	23.54	929:05:00	3:00:00	3.35	10.03	3388	22.23	9147.6

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.



TABLA 6.6: RESUMEN ESTADISTICO

RESUMEN - CONTROL DE ACARREO Y TRANSPORTE											
CONTRATAS	N° DE FRENTES	FAENAS	FAENAS	DIAS TRABAJADOS	HORAS ACARREO	HORAS ACARREO	CARROS U-35	CARROS U-35	CARROS U-35	PERSONAL	TONELAJE EXTRAIDO
		TOTAL	PROMEDIO	PROMEDIO	TOTAL HORAS:	PROMEDIO:	PROMEDIO UTILIZADOS	EXTRAIDOS PROM/GUARDIA	TOTAL EXTRAIDOS	PROMEDIO:	TOTAL:
CONT A	7	166	23.71	19.6	555:23:00	03:16	3.80	10.75	1,587.00	22.1	4,284.90
CONT B	11	305	27.72	23.5	929:05:00	03:00	3.35	10.03	3,388.00	22.2	9,147.60
CONT C	10	319	31.90	28.6	925:40:00	02:53	4.09	10.01	3,200.00	26.1	8,640.00
CONT D	8	249	31.12	28.9	831:31:00	03:20	4.22	12.45	3,019.00	29.2	8,151.30
CONT E	7	204	29.14	25.7	643:09:00	03:11	4.02	13.64	2,768.00	26.3	7,473.60
CONT F	8	237	29.62	26.0	810:20:00	03:28	4.18	13.10	3,125.50	20.3	8,438.85
CONT G	7	283	40.40	34.5	946:31:00	03:20	4.37	11.50	3,184.00	20.3	8,596.80
CONT H	4	135	33.75	23.8	493:35:00	03:38	4.81	12.03	1,636.00	23.2	4,417.20

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

Cuando se incrementó la cantidad de frentes desde el CONT B hasta la CONT F, se elevó la cantidad de tonelaje acarreado, pero naturalmente con un aumento del costo operativo mina, al final se logra establecer un promedio de 30 faenas por 27 días de trabajo, con un promedio de 500 horas de acarreo por contrata, 3:30 horas de ejecución por turno de trabajo, además se reduce a solo para utilizar 4 carros mineros por guardia.

#### **6.4 COSTOS Y CONSUMO DE EXPLOSIVOS**

Para mejorar la salida y consumo de explosivos, primero se difundió y se capacitó a los grupos de perforación en el uso de las cartillas de control, una vez implementadas se procedió a llevar el control de forma computarizada de todos los frentes de trabajo de cada contrata.

El consumo de explosivos del turno o guardia A, refleja la cantidad de explosivos que se venía consumiendo antes de las cartillas de control, y esto sirvió de base o guía para el control de reducción de costos que se aplicó en las subsiguientes labores de contratas.

TABLA 6.7: COSTO DE EXPLOSIVOS

FRENTE	DINAMITA X 284 NAC	DINAMITA X 284 IMP	DINAMITA X 284 NAC	DINAMITA X 284 IMP	GUIA NAC	GUIA IMP	GUIA NAC	GUIA IMP	FULMINANTE NAC	FULMINANTE IMP	FULMINANTE NAC	FULMINANTE IMP	BROCA NAC	BROCA IMP	BARRA CONICA 4P	BARRA CONICA 5P	BARRA CONICA 6P
	UNIDS	UNIDS	CJS	CJS	MTS	MTS	CJS	CJS	UNIDS	UNIDS	CJTS	CJTS	UNIDS	UNIDS	UNIDS	UNIDS	UNIDS
F-1A	568	2020	2	7.113	821	700	0.821	0.7	251	832	2.51	8.32	26	0	3	1	0
F-1B	426	2059	1.5	7.25	50	1172	0.05	1.172	0	1122	0	11.22	25	1	3	1	0
F-5C	568	1917	2	6.75	1000	500	1	0.5	0	1021	0	10.21	10	1	1	1	0
F-5D	1136	1278	4	4.5	1000	0	1	0	200	820	2	8.2	11	4	1	1	0
F-5T2	568	2130	2	7.5	1450	388	1.45	0.388	100	1100	1	11	16	0	1	1	0
F-6AB	654	1704	2.3	6	773	502	0.773	0.502	0	804	0	8.04	12	0	0	5	0
F-MACHO	1556	988	5.47	3.5	1369	0	1.369	0	200	800	2	8	23	11	1	1	0
FRENTE	DINAMITA X 312 NAC	DINAMITA X 284 IMP	DINAMITA X 312 NAC	DINAMITA X 284 IMP	GUIA NAC	GUIA IMP	GUIA NAC	GUIA IMP	FULMINANTE NAC	FULMINANTE IMP	FULMINANTE NAC	FULMINANTE IMP	BROCA NAC	BROCA IMP	BARRA CONICA 4P	BARRA CONICA 5P	BARRA CONICA 6P
SUB-TOTAL DISGREGADO	UNIDS	UNIDS	CJS	CJS	MTS	MTS	CJS	CJS	UNIDS	UNIDS	CJTS	CJTS	UNIDS	UNIDS	UNIDS	UNIDS	UNIDS
	5476	12096	19.27	42.613	6463	3262	6.463	3.262	751	6499	7.51	64.99	123	17	10	11	0
FRENTE	DINAMITA X 312 NAC	DINAMITA X 284 IMP	DINAMITA X 312 NAC	DINAMITA X 284 IMP	GUIA NAC	GUIA IMP	GUIA NAC	GUIA IMP	FULMINANTE NAC	FULMINANTE IMP	FULMINANTE NAC	FULMINANTE IMP	BROCA NAC	BROCA IMP	BARRA CONICA 4P	BARRA CONICA 5P	BARRA CONICA 6P
SUB-TOTAL DISGREGADO	UNIDS	UNIDS	CJS	CJS	MTS	MTS	CJS	CJS	UNIDS	UNIDS	CJTS	CJTS	UNIDS	UNIDS	UNIDS	UNIDS	UNIDS
	5476	12096	19.27	42.613	6463	3262	6.463	3.262	751	6499	7.51	64.99	123	17	10	11	0
<b>COSTO UNITARIO</b>	\$0.272	\$0.287	\$85.000	\$84.000	\$0.200	\$0.210	\$200.000	\$210.000	\$0.170	\$0.156	\$17.000	\$15.625	\$23.500	\$18.000	\$84.700	\$89.300	\$94.200
<b>SUB-COSTO</b>	\$1,489.47	\$3,471.55	\$1,637.95	\$3,579.49	\$1,292.60	\$685.02	\$1,292.60	\$685.02	\$127.67	\$1,013.84	\$127.67	\$1,015.47	\$2,890.50	\$306.00	\$847.00	\$982.30	\$0.00
<b>INSUMO</b>	DINAMITA 7/8"				GUIA DE SEGURIDAD				FULMINANTE N°8				BROCA DE BOTONES		BARRAS CONICAS		
<b>CANTIDAD</b>	17572	UNIDS	62	CAJAS	9725	MTS	9.73	CAJAS	7250	UNIDS	72.50	CJTS	140		21		UNIDS
<b>COSTO TOTAL \$</b>	\$4,961.02				\$1,977.62				\$1,141.51				\$3,196.50		\$1,829.30		

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

TABLA 6.8: COSTO DE EXPLOSIVOS

PERIODICO PER	NITRATO NIN	EXAMON EXAM	PETROLEO OIL	ALCOHOL OH	CARBURO CARB	ACEITE-P ACE-P	ALAMBRE-P AL-P	COCA-P COC-P
KGS	SCS	SCS	GLNS	GLNS	KLGS	LTS	KGS	LBS
15	7	4		3.5	1	40	5.5	9
12	8	3		1.5	2.5	32	4	6.25
20	9	5	1	3	1	24	4	10.75
30	12	3	4			30	5	5.25
26	15		2			26	3	7.75
20	10	2	1			30	2	7.5
15	11			2	2	24	7	9

PERIODICO PER	NITRATO NIN	EXAMON EXAM	PETROLEO OIL	ALCOHOL OH	CARBURO CARB	ACEITE-P ACE-P	ALAMBRE-P AL-P	COCA-P COC-P
KGS	SCS	SCS	GLNS	GLNS	KLGS	LTS	KGS	LBS
138	72	17	8	10	6.5	206	30.5	55.5

PERIODICO PER	NITRATO NIN	EXAMON EXAM	PETROLEO OIL	ALCOHOL OH	CARBURO CARB	ACEITE-P ACE-P	ALAMBRE-P AL-P	COCA-P COC-P
KGS	SCS	SCS	GLNS	GLNS	KLGS	LTS	KGS	LBS
138	72	17	8	10	6.5	206	30.5	55.5
\$0.313	\$25.000	\$28.125	\$3.850	\$5.000	\$1.650	\$2.700	\$1.090	\$3.130
\$43.19	\$1,800.00	\$478.13	\$30.80	\$50.00	\$10.73	\$556.20	\$33.25	\$173.72

COSTOS EN LA ELABORACION DE AGENTE DE VOLADURA - ANFO					OTROS COSTOS DE LA PERFORACION			
\$2,402.12					\$773.89			

<b>COSTO DE EXPLOSIVOS CONT "A"</b>	<b>\$16,282.0</b>
---	-------------------

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

TABLA 6.9: COSTO DE EXPLOSIVOS

FRENTE	DINAMITA X 284 NAC	DINAMITA X 308 IMP	DINAMITA X 284 NAC	DINAMITA X 308 IMP	GUIA NAC	GUIA IMP	GUIA NAC	GUIA IMP	FULMINANTE NAC	FULMINANTE IMP	FULMINANTE NAC	FULMINANTE IMP	BROCA NAC	BROCA IMP	BARRA CONICA 4P	BARRA CONICA 5P	BARRA CONICA 6P
	UNIDS	UNIDS	CJS	CJS	MTS	MTS	CJS	CJS	UNIDS	UNIDS	CJTS	CJTS	UNIDS	UNIDS	UNIDS	UNIDS	UNIDS
F-1	1275	924	4.48	3	1313	0	1.313	0	200	740	2	7.4	19	1	1	1	0
F-2	1590	1462	5.59	4.74	1744	0	1.744	0	782	515	7.82	5.15	20	1	1	2	0
F-3	2239	308	7.88	1	1557	0	1.557	0	141	896	1.41	8.96	16	2	2	3	0
F-4	2334	616	8.21	2	1226	0	1.226	0	600	239	6	2.39	12	1	1	1	0
F-5C	1716	924	6.04	3	1408	0	1.408	0	400	657	4	6.57	16	0	2	1	0
F-5T2	1248	308	4	1	1000	0	1	0	300	300	3	3	12	0	1	1	0
F-6	868	237	3.05	0.76	788	0	0.788	0	69	400	0.69	4	6	1	1	1	1
F-7M	1278	191	4.5	0.62	1097	0	1.097	0	707	0	7.07	0	12	0	0	2	0
F-A	0	2440	0	7.92	0	1500	0	1.5	0	1000	0	10	10	10	1	2	0
F-MACHO	1456	616	5.12	2	1000	0	1	0	300	579	3	5.79	18	0	1	0	0
F-R	1074	0	3.44	0	684	0	0.684	0	100	100	1	1	9	0	1	2	0
FRENTE	DINAMITA X 312 NAC	DINAMITA X 284 IMP	DINAMITA X 312 NAC	DINAMITA X 284 IMP	GUIA NAC	GUIA IMP	GUIA NAC	GUIA IMP	FULMINANTE NAC	FULMINANTE IMP	FULMINANTE NAC	FULMINANTE IMP	BROCA NAC	BROCA IMP	BARRA CONICA 4P	BARRA CONICA 5P	BARRA CONICA 6P
	UNIDS	UNIDS	CJS	CJS	MTS	MTS	CJS	CJS	UNIDS	UNIDS	CJTS	CJTS	UNIDS	UNIDS	UNIDS	UNIDS	UNIDS
SUB-TOTAL DISGREGADO	15078	8026	52.31	26.04	11817	1500	11.817	1.5	3599	5426	35.99	54.26	150	16	12	16	1
FRENTE	DINAMITA X 312 NAC	DINAMITA X 284 IMP	DINAMITA X 312 NAC	DINAMITA X 284 IMP	GUIA NAC	GUIA IMP	GUIA NAC	GUIA IMP	FULMINANTE NAC	FULMINANTE IMP	FULMINANTE NAC	FULMINANTE IMP	BROCA NAC	BROCA IMP	BARRA CONICA 4P	BARRA CONICA 5P	BARRA CONICA 6P
	UNIDS	UNIDS	CJS	CJS	MTS	MTS	CJS	CJS	UNIDS	UNIDS	CJTS	CJTS	UNIDS	UNIDS	UNIDS	UNIDS	UNIDS
SUB-TOTAL DISGREGADO	15078	8026	52.31	26.04	11817	1500	11.817	1.5	3599	5426	35.99	54.26	150	16	12	16	1
<b>COSTO UNITARIO</b>	\$0.272	\$0.287	\$85.000	\$84.000	\$0.200	\$0.210	\$200.000	\$210.000	\$0.170	\$0.156	\$17.000	\$15.625	\$23.500	\$18.000	\$84.700	\$89.300	\$94.200
<b>SUB-COSTO</b>	\$4,101.22	\$2,303.46	\$4,446.35	\$2,187.36	\$2,363.40	\$315.00	\$2,363.40	\$315.00	\$611.83	\$846.46	\$611.83	\$847.81	\$3,525.00	\$288.00	\$1,016.40	\$1,428.80	\$94.20
<b>INSUMO</b>	DINAMITA 7/8"				GUIA DE SEGURIDAD				FULMINANTE N°8				BROCA DE BOTONES		BARRAS CONICAS		
<b>CANTIDAD</b>	23104	UNIDS	78	CAJAS	13317	MTS	13.32	CAJAS	9025	UNIDS	90.25	CJTS	166		29 UNIDS		
<b>COSTO TOTAL \$</b>	\$6,404.68				\$2,678.40				\$1,458.29				\$3,813.00		\$2,539.40		

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

TABLA 6.10: COSTO DE EXPLOSIVOS

PERIODICO PER	NITRATO NIN	EXAMON EXAM	PETROLEO OIL	ALCOHOL OH	CARBURO CARB	ACEITE-P ACE-P	ALAMBRE-P AL-P	COCA-P COC-P
KGS	SCS	SCS	GLNS	GLNS	KLGS	LTS	KGS	LBS
20	4	11	1	0	0	21.5	2.5	7.25
20	6	7		4.5	0	32.25	5	8.5
20	8	8	1	1	1	30	6	11.25
20	4	9	2	1	0	27	3	7.75
25	4	14	1	0	0	22	2	9.25
15	0	7	0	0	0	15	4	4.5
15	5	3	1	0	1	15.5	1	5.25
5	3	0	0	0	0	16	2	2.25
20	6	10	12	0	0	30	3	4.25
15	4	9	0	0	0	25.5	2	7.5
5	1	4	0	0	0	4	0	3.25
PERIODICO PER	NITRATO NIN	EXAMON EXAM	PETROLEO OIL	ALCOHOL OH	CARBURO CARB	ACEITE-P ACE-P	ALAMBRE-P AL-P	COCA-P COC-P
KGS	SCS	SCS	GLNS	GLNS	KLGS	LTS	KGS	LBS
180	45	82	18	6.5	2	238.75	30.5	71
PERIODICO PER	NITRATO NIN	EXAMON EXAM	PETROLEO OIL	ALCOHOL OH	CARBURO CARB	ACEITE-P ACE-P	ALAMBRE-P AL-P	COCA-P COC-P
KGS	SCS	SCS	GLNS	GLNS	KLGS	LTS	KGS	LBS
180	45	82	18	6.5	2	238.75	30.5	71
\$0.313	\$25.000	\$28.125	\$3.850	\$5.000	\$1.650	\$2.700	\$1.090	\$3.130
\$56.34	\$1,125.00	\$2,306.25	\$69.30	\$32.50	\$3.30	\$644.63	\$33.25	\$222.23
COSTOS EN LA ELABORACION DE AGENTE DE VOLADURA - ANFO					OTROS COSTOS DE LA PERFORACION			
\$3,589.39					\$903.40			

<b>COSTO DE EXPLOSIVOS CONT "B"</b>	<b>\$21,386.6</b>
---	-------------------

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

El costo por consumo de explosivos se incrementó en 30% con respecto a la contrata anterior, debido al aumento de los cuatro frentes más en la operación minera, la cual aparentemente se veía rentable debido a que se producían altas leyes de mineral, pero detrás de esta supuesta rentabilidad se escondía una alta demanda de materiales e insumos mineros lo que elevaba considerablemente el costo de la operación.

Se aprecia consumos dispares de dinamita entre los frentes, por lo que se intensificó las charlas en el correcto y adecuado uso de explosivos a los grupos de perforación.

## **6.5 COSTO DE PERFORACIÓN**

El costo de perforación incluye el valor de hora máquina, de la red de aire comprimido, que está conformado por: costo de casa fuerza (compresoras y accesorios), costo de la red de aire comprimido (tuberías de polietileno y accesorios), y costo de las máquinas perforadoras, en este costo se incluyen también la depreciación de maquinaria, mantenimientos, y consumo de energía eléctrica, los cuales son detallados en el siguiente cuadro.

TABLA 6.11: CALCULO DE COSTO

1.1 COSTO CASA FUERZA		1.2 COSTO RED DE AIRE COMPRIMIDO			1.3 COSTO MAQUINA PERFORADORA		
MATERIALES	costo	MATERIALES	costo	costo a 700 mts de labor	MATERIALES	costo	
A Compresora Eléctrica	\$43,800.00	A Tubería de Polietileno 3"	\$3.20 x MTS	\$2,065.00	A Perforadora BBC 34 W	\$5,350.00	
B Pulmón de Aire	\$1,850.00	B Tubería de Polietileno 2"	\$2.70 x MTS		B Barra de avance ALF 71	\$1,732.00	
C Tablero Eléctrico	\$1,200.00	C empalmes galvanizados 3"	\$4.20 UNID		C Lubricadora	\$230.00	
D Instalaciones	\$1,570.00	D empalmes galvanizados 2"	\$3.70 UNID		D accesorios primarios	\$176.00	
E Llaves y mandos	\$520.00	E divisiones tipo "T" & "Y"	\$5.50 UNID		E manguera de arrastre	\$114.00	
	TOTAL	F Llave de paso	\$35.00 UNID		F botellón de agua	\$785.00	
	\$48,940.00	G otros materiales	\$0.35 x MTS	G manguera de agua	\$115.00		
	VALOR DE DEPRECIACION ANUAL (5 años)	*( el costo de tubería de polietileno se promedia a US \$ 2.95)			H otros accesorios	\$56.00	
	\$9,788.00		TOTAL	\$2,955.00		TOTAL	\$8,558.00
F Costo de mantenimiento regular			VALOR DE DEPRECIACION ANUAL (5 años)	\$591.00		VALOR DE DEPRECIACION ANUAL (3 años)	\$2,852.60
MATERIALES	costo	H Costo de Mantenimiento mensual			I Costo de mantenimiento anual		
F.1 Aceite de compresor	\$229.50	MATERIALES	costo		** repuestos varios según facturación	\$5,901.00	
F.2 Filtros de Aceite y Aire	\$204.70	H.1 accesorios de mant.	\$1.80		Considerese 06 UNIDS de perforadoras en Stock mina		
F.3 grasa de motor	\$32.00	H.2 costo de Maestranza	\$5.60		I.1 costo mant. X 01 unid BBC 34 W	\$983.50	
F.4 accesorios de mant.	\$18.00	H.3 Insumos varios	\$36.50		I.2 Gastos Maestranza	\$78.00	
F.5 otros gastos de mant.	\$35.00		SUB-TOTAL	\$43.90	I.3 Gastos Tornería	\$112.00	
	SUB-TOTAL				I.4 Costo herramientas	\$13.70	
	\$519.20				I.5 otros costos de mantenimiento	\$48.00	
Considerese 05 mantenimientos anuales		Considerese 12 mantenimientos anuales				VALOR MANTENIMIENTO ANUAL MAQUINA PERFORADORA	\$1,235.20
VALOR MANTENIMIENTO ANUAL CASA FUERZA	\$2,596.00	VALOR MANTENIMIENTO ANUAL RED AIRE COMPRIMIDO	\$526.80				
COSTO ANUAL - CASA FUERZA	\$12,384.00	COSTO ANUAL - RED A/C	\$1,117.80			COSTO ANUAL MAQUINA PERFORADORA	\$4,087.80

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.





## **6.6 COSTO DE ACARREO Y TRANSPORTE**

Se detallan los costos de la línea de cauville (tendido de rieles), costo de los carros mineros, materiales, herramientas, accesorios, energía eléctrica, mantenimiento y depreciación, para obtener el costo por hora de trabajo de acuerdo al siguiente gráfico:

**TABLA 6.13: CALCULO DE COSTOS POR HORA**

COSTO DE ACARREO Y TRANSPORTE (INCLUYE VENTILACIÓN)						
1.1 COSTO DE LINEA DE CAUVILLE						
Item	descripción	costo unitario	medida	cantidad utilizada	depreciado a 700 mts	
A	Riel de 30 Lbs/mt	\$22.50	MTS	700	\$31,500.00	
B	durmiente de madera de 4" X 4.5" X 4.5'	\$3.75	UNID	650	\$2,437.50	
C	eclisa plana 1.25" X 25"	\$2.25	UNID	560	\$1,260.00	
D	perno rielero	\$0.75	UNID	2240	\$1,680.00	
E	clavo rielero	\$0.65	UNID	2600	\$1,690.00	
F	santiago	\$450.00	UNID		\$23.00	
G	regla guía trocha 500	\$42.00	UNID		\$2.70	
H	herramientas varias	\$74.00			\$9.50	
I	costo instalación X metro	\$12.50	MTS		\$8,750.00	
J	costo maestranza	\$1.20	MTS		\$840.00	
K	otros gastos				\$1,350.00	
				<b>TOTAL 1</b>	<b>\$49,542.70</b>	
L costo de mantenimiento Anual de Linea de Cauville						
Item	descripción	costo unitario	medida	cantidad utilizada	Mantenimiento a 700 mts	
L.1	Riel de 30 Lbs/mt	\$22.50	MTS	2	\$45.00	
L.2	durmiente de madera de 4" X 4.5" X 4.5'	\$3.75	UNID	12	\$45.00	
L.3	eclisa plana 1.25" X 25"	\$2.25	UNID	18	\$40.50	
L.4	perno rielero	\$0.75	UNID	40	\$30.00	
L.5	clavo rielero	\$0.65	UNID	35	\$22.75	
L.6	otros	\$87.00			\$87.00	
				<b>TOTAL 2</b>	<b>\$270.25</b>	
VALOR DE DEPRECIACION ANUAL (25 AÑOS)		\$1,981.70				
COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL		\$270.00				
VALOR ANUAL - LINEA DE CAUVILLE		\$2,251.70				
VALOR DIARIO -LINEA DE CAUVILLE		312 DIAS	\$7.22			
COSTO POR HORA - LINEA DE CAUVILLE		16 HORAS	\$0.32			
COSTO POR HORA DE LINEA DE CAUVILLE				<b>\$1.06</b>		
incluye uso de carrito minero						

1.2 COSTO DE CARRITO MINERO TIPO U-35					
Item	descripción	costo unitario	medida	cantidad utilizada	costo total
A	Carrito Minero U-35	\$980.00	UNID	23	\$22,540.00
*considerese convoy de 23 unids					
B costo mantenimiento anual carrito U-35					
B.1	rueda U-35 12"	\$65.00	UNID	6	\$390.00
B.2	eje U-35 45mm	\$150.00	UNID	3	\$450.00
B.3	rodamineto de rueda	\$25.00	UNID	22	\$550.00
B.4	mecanizado de piezas	\$120.00		2	\$240.00
B.5	grasa y lubricantes	\$8.50	UNID	10	\$85.00
B.6	costo maestranza	\$112.00			\$112.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$1,827.00</b>
VALOR DE DEPRECIACION ANUAL (12 AÑOS)		\$1,878.33			
COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL		\$1,827.00			
VALOR ANUAL - CARRITO U-35		\$3,705.33			
VALOR DIARIO - CARRITO U-35		312 DIAS	\$11.88		
COSTO POR HORA - U-35		16 HORAS	\$0.74		

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

**TABLA 6.14 CALCULO DE COSTOS POR HORA**

1.3 COSTO DE MATERIALES Y ACCESORIOS						
Item	descripción	costo unitario	medida	cantidad utilizada	costo depreciado	tiempo de depreciación
A	carretilla	\$85.00	UNIDS	20	\$118.00	4.5 contratas
B	pala	\$12.00	UNIDS	6	\$20.57	3.5 contratas
C	pico	\$13.50	UNIDS	4	\$15.42	3.5 contratas
D	barretilla desquinchador	\$26.00	UNIDS	1	\$3.25	8 contratas
E	soga - jalador	\$1.60	UNIDS	3	\$1.06	1.5 contratas
F	balde	\$1.50	UNIDS	1	\$0.75	2 contratas
G	combo x 12 Lbs	\$18.20	UNIDS	1	\$2.23	8 contratas
H	otros costos	\$14.00			\$14.00	
				<b>TOTAL</b>	<b>\$175.28</b>	

1.4 COSTO DE ENERGIA ELECTRICA				KW/HRA contratado =	\$0.11
Item	descripción	KW promedio	por hora de consumo	costo	
A	costo alumbrado frente de acarreo	1.2	1	\$0.13	
B	costo alumbrado galería de acarreo	3.1	1	\$0.34	
C	costo de ventiladores coaxiales	35	0.15	\$0.58	
D	costo de bombeo de agua	12	0.12	\$0.16	
E	costo de winchas de izaje	27.5	0.2	\$0.61	
				<b>TOTAL</b>	<b>\$1.81</b>

NO INCLUYE

casco de seguridad	Por que los trabajadores son responsables de sus implementos de seguridad.	NO INCLUYE PLANILLA DE PERSONAL
botas de jebe		
guantes de cuero		
lámpara minera		
mamelucos		
respirador		

VALOR DIARIO - MATERIALES Y ACCESORIOS	26 DIAS	\$6.73
COSTO POR HORA - MATERIALES Y ACCESORIOS	8 HORAS	\$0.84

COSTO POR HORA DE MATERIALES Y ENERGIA ELECTRICA en el acarreo y transporte de desmonte	<b>\$2.65</b>
---	---------------

<b>COSTO TOTAL POR HORA DE ACARREO Y TRANSPORTE</b>	<b>\$3.72</b>
---	---------------

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

## **6.7 ESTADÍSTICA DEL BENEFICIO DE MINERALES**

A continuación se presentan los cuadros estadísticos de los reportes de la planta concentradora, en los que se detallan datos de la faena o turno de molido, como son: fecha de la molido, frente de donde proviene el mineral, tipo de mineral, tonelaje molido, producción de oro, operador del trapiche, y equipo con el que se realizó la molido; los cuadros muestran una evolución en su contenido y tipo de llenado de acuerdo al proceso de mejoramiento de la planta.

Antes del proceso de mejoramiento se molían entre 90 y 100 toneladas de mineral por labor y turnos, en un promedio de 40 toneladas mensuales con una ley promedio de 25 gr/ton, pero cuando se inicia el proceso de cambio y se eleva la cantidad de frentes para tener mayor cantidad de mineral y probar la capacidad completa de los 2 trapiches de la planta, la producción se elevó.

**TABLA 6.15: PROCESAMIENTO DE MINERAL DE LAS CONTRATAS: A, B, C.**

FLUJO DE PRODUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO								FLUJO DE PRODUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO								FLUJO DE PRODUCCION PLANTA DE TRATAMIENTO									
CONTRATA A				Au	MAYO-JUNIO-05			CONTRATA B				Au	AGOST-SEPT-OCT-05			CONTRATA C				Au	NOVIEMBRE-DICIEMBRE-2005				
FECHA	FRENTE	TIPO DE MATERIAL	TONELAJE	PRODUCCION ORO	EQUIPO	OPERADOR	FECHA	FRENTE	TIPO DE MATERIAL	TONELAJE	PRODUCCION ORO	EQUIPO	OPERADOR	FECHA	TIPO DE MATERIAL	TONELAJE	PRODUCCION ORO	FRENTE	OPERADOR	EQUIPO					
1	22/05/2005	5C	LLAM	1.98	1.57	T/G	TOM	1	12/08/2005	F5D	LLAM	0.99	0.44					1	02/11/2005	LLAM	0.97	0.34	F6	ZEN	
2	23/05/2005	5C	LLAM	1.98	2.62	T/G	TOM	2	12/08/2005	F5C	LLAM	0.99	4.15					2	02/11/2005	LLAM	1.94	0.69	F6	ZEN	
3	24/05/2005	5C	LLAM	1.98	3.39	T/G	APZ	3	12/08/2005	B6	LLAM	1.98	2.50					3	03/11/2005	LLAM	1.94	0.78	F6	ZEN	
4	25/05/2005	5C	LLAM	1.98	1.13	T/G	TOM	4	13/08/2005	F5C	LLAM	0.99	2.86					4	03/11/2005	LLAM	0.97	0.35	F6	ZEN	
5	25/05/2005	5C	LLAM	1.98	1.94	T/G	TOM	5	13/08/2005	B6	LLAM	1.98	2.45					5	04/11/2005	LLAM	1.94	0.48	F6	ZEN	
6	26/05/2005	5C	LLAM	1.98	2.33	T/G	TOM	6	13/08/2005	B6	LLAM	1.98	2.68					6	04/11/2005	LLAM	0.97	0.35	F6	ZEN	
7	26/05/2005	5C	LLAM	1.98	2.33	T/G	APZ	7	13/08/2005	F5C	LLAM	0.99	3.81					7	05/11/2005	LLAM	0.97	0.42	F6	ZEN	
8	26/05/2005	5C	LLAM	1.98	1.52	T/G	TOM	8	14/08/2005	F5C	LLAM	0.99	1.16					8	05/11/2005	LLAM	1.94	0.82	F6	EUS	
9	27/05/2005	5C	LLAM	1.98	3.67	T/G	APZ	9	14/08/2005	B6	LLAM	1.98	1.84					9	06/11/2005	LLAM	0.97	0.41	MEZ	APZ	
10	28/05/2005	5C	LLAM	1.98	2.49	T/G	WLF	10	14/08/2005	F5C	LLAM	0.99	1.16					10	06/11/2005	LLAM	1.94	0.92	MEZ	EUS	
11	28/05/2005	5C	LLAM	1.98	3.86	T/G	APZ	11	14/08/2005	B6	LLAM	1.98	1.57					11	06/11/2005	LLAM	0.97	0.45	MEZ	TOM	
12	29/05/2005	5C	LLAM	1.98	2.67	T/G	WLF	12	15/08/2005	B6	LLAM	1.98	0.89					12	06/11/2005	LLAM	1.94	0.59	MEZ	TOM	
13	29/05/2005	5C	LLAM	1.98	4.06	T/G	APZ	13	15/08/2005	F5C	LLAM	0.99	0.57					13	07/11/2005	LLAM	0.97	0.40	MEZ	APZ	
14	22/05/2005	6A	LLAM	1.98	1.01	T/G	APZ	14	15/08/2005	F6	LLAM	1.98	1.13					14	07/11/2005	LLAM	1.94	0.99	MEZ	EUS	
15	20/05/2005	6A	LLAM	1.98	1.02	T/G	WLF	15	16/08/2005	F6	LLAM	1.98	1.71					15	07/11/2005	LLAM	0.97	0.33	MEZ	TOM	
16	22/05/2005	6A	LLAM	1.98	0.93	*T/CH	WLF	16	16/08/2005	MIN		0.97	1.20					16	07/11/2005	LLAM	1.94	0.96	MEZ	WLF	
17	23/05/2005	6A	LLAM	1.98	1.22	*T/CH	APZ	17	17/08/2005	MIN		0.97	0.29					17	08/11/2005	LLAM	1.94	0.79	MEZ	EUS	
18	23/05/2005	6A	LLAM	1.98	0.80	*T/CH	EUS	18	18/08/2005	F6	LLAM	1.98	0.96					18	08/11/2005	LLAM	0.97	0.28	MEZ	APZ	
19	29/05/2005	6A	MET	1.98	1.02	T/G	TOM	19	18/08/2005	F6	LLAM	0.99	0.32					19	08/11/2005	LLAM	1.94	0.97	MEZ	WLF	
20	30/05/2005	6X	MET	1.98	1.90	T/G	TOM	20	18/08/2005	F6	LLAM	1.98	0.54					20	08/11/2005	LLAM	0.97	0.26	MEZ	TOM	
21	31/05/2005	6A	MET	0.97	1.02	T/G	TOM	21	18/08/2005	F3	LLAM	0.99	2.14					21	09/11/2005	LLAM	0.97	0.36	MEZ	APZ	
22	31/05/2005	6A	MET	0.97	1.84	T/G	WLF	22	18/08/2005	F5C	LLAM	0.99	1.02					22	09/11/2005	LLAM	1.94	0.97	MEZ	EUS	
23	31/05/2005	5C	LLAM	1.98	3.03	T/G	WLF	23	19/08/2005	F6	LLAM	1.98	0.83					23	09/11/2005	LLAM	0.97	0.09	F1	TOM	
24	31/05/2005	5C	LLAM	1.98	2.70	T/G	TOM	24	19/08/2005	F5	LLAM	0.99	0.73					24	09/11/2005	LLAM	1.94	0.87	MEZ	WLF	
25	01/06/2005	6A	MET	0.97	1.70	T/G	WLF	25	19/08/2005	F6	LLAM	1.98	1.01					25	09/11/2005	MIN	0.10	0.07	F-6	EUS	AMLG
26	01/06/2005	5C	LLAM	1.98	3.00	T/G	WLF	26	19/08/2005	F6	LLAM	1.98	0.39					26	09/11/2005	MIN	0.10	0.02	MEZ	APZ	AMLG
27	02/06/2005	5C	LLAM	1.98	3.46	T/G	TOM	27	19/08/2005	F5	LLAM	0.99	0.74					27	10/11/2005		1.94	0.63	MEZ	EUS	GRA
28	06/06/2005	5C	LLAM	1.98	3.52	T/G	WLF	28	20/08/2005	F6	LLAM	1.98	1.36					28	10/11/2005	LLAM	0.97	0.09	FSJ	APZ	CHI
29	04/06/2005	5C	LLAM	1.98	4.28	T/G	WLF	29	20/08/2005	F3 Y 5	MIN	0.97	1.44					29	10/11/2005		0.10	0.06	FSJ	TOM	CHI
30	04/06/2005	5C	LLAM	1.98	4.01	T/G	TOM	30	20/08/2005		MIN	0.97	2.98					30	11/11/2005		1.94	0.96	MEZ	EUS	GRA
31	05/06/2005	LG	LLAM	1.98	1.53	T/G	WLF	31	20/08/2005	F3 Y 5	MIN	1.46	0.80					31	11/11/2005		0.97	0.20	MEZ	APZ	CHI
32	06/06/2005	LG	LLAM	1.98	2.55	T/G	APZ	32	21/08/2005	F3 Y 5	LLAM	2.97	3.31					32	11/11/2005		0.97	0.22	MEZ	TOM	CHI
33	06/06/2005	FINO	LLAM	1.46	1.64	T/G	WLF	33	21/08/2005	ESPECIAL		0.97	16.30					33	11/11/2005	MIN	0.97	0.37		EUS	GRA
34	09/06/2005	6A	LLAM	1.98	0.68	T/G	WLF	34	22/08/2005	F3	LLAM	1.48	1.50					34	12/11/2005	LLAM	0.97	0.31	MEZ	APZ	CHI
35	13/06/2005	6A	LLAM	1.98	0.74	T/G	EUS	35	22/08/2005	F3	LLAM	0.99	0.68					35	12/11/2005	LLAM	0.97	0.15	MEZ	WLF	CHI









**TABLA 6.16: RESUMEN DE PROCESAMIENTO DE MINERAL.**

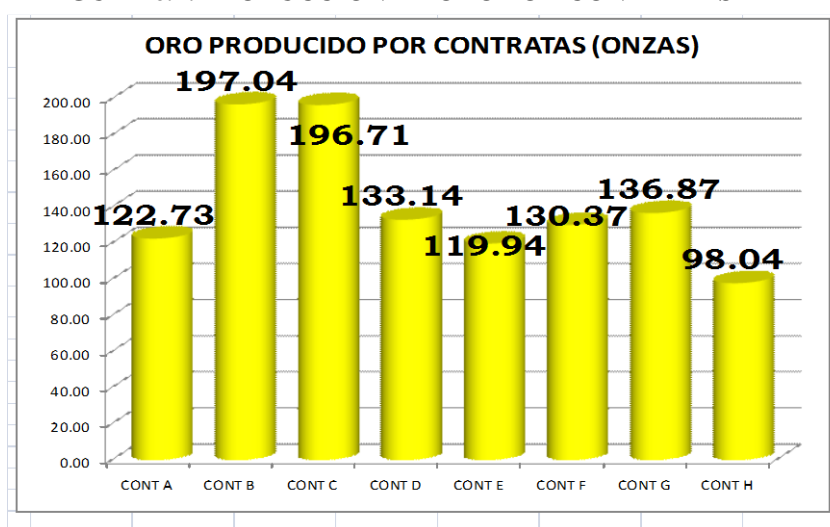
CONTRATA A		CONTRATA B		CONTRATA C		CONTRATA D	
TONELADAS	93.68	TONELADAS	206.48	TONELADAS	171.21	TONELADAS	201.86
ORO PRODUCIDO	122.73	ORO PRODUCIDO	197.04	ORO PRODUCIDO	196.71	ORO PRODUCIDO	133.14
TONELADAS PROMEDIO	1.59	TONELADAS PROMEDIO	1.43	TONELADAS PROMEDIO	1.35	TONELADAS PROMEDIO	1.68
LEY PROMEDIO	2.08	LEY PROMEDIO	1.37	LEY PROMEDIO	1.55	LEY PROMEDIO	1.11
NRO. DE MOLIDAS	59.00	NRO. DE MOLIDAS	144.00	NRO. DE MOLIDAS	127.00	NRO. DE MOLIDAS	120.00
CONTRATA E		CONTRATA F		CONTRATA G		CONTRATA H	
TONELADAS	268.40	TONELADAS	210.44	TONELADAS	341.93	TONELADAS	286.34
ORO PRODUCIDO	119.94	ORO PRODUCIDO	130.37	ORO PRODUCIDO	136.87	ORO PRODUCIDO	98.04
TONELADAS PROMEDIO	1.97	TONELADAS PROMEDIO	1.59	TONELADAS PROMEDIO	1.66	TONELADAS PROMEDIO	1.95
LEY PROMEDIO	0.88	LEY PROMEDIO	0.99	LEY PROMEDIO	0.67	LEY PROMEDIO	0.67
NRO. DE MOLIDAS	136.00	NRO. DE MOLIDAS	132.00	NRO. DE MOLIDAS	206.00	NRO. DE MOLIDAS	141.00

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

De acuerdo a los reportes de la planta concentradora, se aumenta la capacidad de molienda de minerales en un 100%, con respecto a las condiciones iniciales antes de mejorar las operaciones, al inicio había una alta producción de oro fundamentalmente por que se molían leyes altas de mineral, en el proceso de la producción sube en un 30 % cuando se aumentaban los frentes para producir mayor volumen de mineral, mientras se observa un declive de las leyes de mineral, que al final del proceso hay una reducción en 20% de costo de producción aurífera lo cual significa que se logró el objetivo principal de la reestructuración de las operaciones: “moler mayor volumen de mineral con leyes bajas, y hacer rentable la operación”.

Cuando en el frente de labor G se determina la ley de corte óptima la operación ya estaba lista para producir mayor volumen de mineral con leyes bajas, todos los procesos mineros ya estaban estandarizados, y se mantenía un manejo de costos adecuado y responsable, así que para la labor H se reducen a 4 frentes de trabajo, que entregaban la misma cantidad de mineral para la planta con menor costo operativo, por consiguiente la operación de esta forma se hacía rentable.

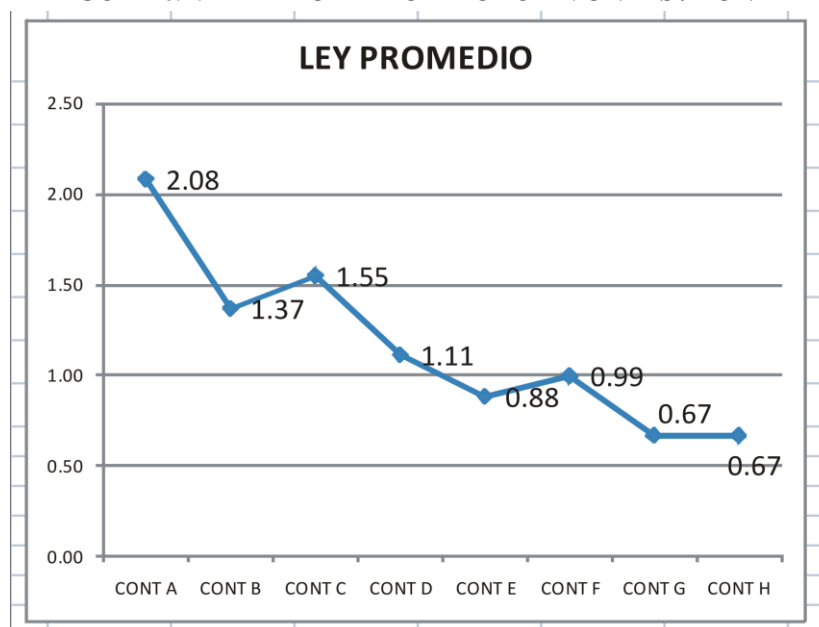
**FIGURA 6.1: PRODUCCION DE ORO POR CONTRATAS**



FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

Los anteriores resúmenes estadísticos confirman el aumento de la cantidad de tonelaje de mineral molido por contrata, pero el siguiente cuadro expresa una reducción significativa en la producción de oro en la última contrata de mejoramiento, lo que demuestra que moliendo leyes bajas de mineral se obtenía mejores ganancias que al principio de la implementación de la presente tesis, estas afirmaciones están respaldadas también por el siguiente cuadro estadístico en donde se aprecia la reducción de la ley promedio de molidas.

**FIGURA 6.2: LEY PROMEDIO DE ORO EN ONZAS / TON**



FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

## 6.8 COSTO DE BENEFICIO DE LA PLANTA CONCENTRADORA

Es el valor de cuánto cuesta procesar una tonelada de mineral en la planta concentradora, en las que se incluyen los jornales de los operarios de los trapiches, energía eléctrica, depreciación y mantenimiento de la maquinaria, etc., los que son detallados en el siguiente cuadro resumen teniendo en cuenta que se paso 10 toneladas de mineral.

**TABLA 6.17: COSTO DE TRATAMIENTO DE MINERAL**

COSTO DE BENEFICIO -PLANTA CONCENTRADORA		
1.-	Jornales X 3 operarios S/.60.00 c/u X 2 turnos al día	\$120.00
2.-	Energía eléctrica \$0.11 X 9Kw/hora-promedio	\$15.85
3.-	depreciación de molinos trapiche	\$17.30
4.-	depreciación instalaciones y otros insumos (Hg)	\$4.30
5.-	costos de refinación y comercialización	\$1.20
	total	\$158.65
costo por tonelada tratada		<b>\$15.86</b>

CONTRATAS	toneladas procesadas	costo de beneficio
CONT A	93.68	\$1,485.81
CONT B	206.48	\$3,274.83
CONT C	171.21	\$2,715.31
CONT D	201.86	\$3,201.56
CONT E	268.40	\$4,256.81
CONT F	210.44	\$3,337.60
CONT G	341.93	\$5,422.93
CONT H	286.34	\$4,541.42

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANAEA S.A.

## 6.9 COSTO DE ADMINISTRACIÓN

Para obtener el costo de administración se consideró todos los costos de la empresa de los cuales se lleva control en la oficina de administración, para lo cual se solicitó informes del libro de caja general, costos de caja chica mina y caja chica oficina Juliaca, en los que se observó que habían gastos diversos, muchos de estos costos son particulares, o que su ocurrencia se da en lapsos diferidos de tiempo, que no se habían considerado estos costos, los cuales comprenden:

- Pago de impuestos a la Sunat, gastos de la oficina de contabilidad y asesoría legal, pago de regalías y/o contraprestaciones a la Corporación Minera Ananea S.A., pago de seguros, préstamos, letras, giros bancarios, etc.
- Compra de maquinaria minera, repuestos e insumos que pudieron no ser declarados en almacén, por considerarse bienes de capital, los que se compraron con factura pero cuyo costo no se registro en almacén mina.
- Insumos mineros que han sido declarados y controlados por balotas que no se consideran en la presente tesis, incluye también la compra de repuestos y reparaciones en talleres de tornería, metal-mecánica, etc., (fuera del área de maestranza).
- Gastos de representación de la gerencia que incluyen, apoyo a instituciones, gastos de viáticos, donaciones, préstamos a terceros, festividades, compromisos sociales, y otros gastos extraordinarios que la gerencia ordene desembolsar.
- Gastos de logística, que no haya considerado ninguna de las cajas, como alimentación, viáticos de terceros, desembolso de dinero al personal, etc.
- Para considerar estos gastos en los costos totales de la operación se solicitó un reporte a la oficina de contabilidad de la empresa, de donde se obtiene el siguiente resultado:

TABLA 6.18: COSTO DE ADMINISTRACION

CONTRATAS	N° DE FRENTES	COSTO ADMINISTRATIVO
CONT A	7	\$13,465.00
CONT B	11	\$18,837.50
CONT C	10	\$17,125.00
CONT D	8	\$13,570.00
CONT E	7	\$10,113.00
CONT F	8	\$12,615.00
CONT G	7	\$8,256.00
CONT H	4	\$6,850.00

FUENTE: DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD

TABLA 6.19: RESUMEN DE COSTOS TOTALES

CONTRATAS	COSTO DE PERFORACION (aire comprimido, perforadora y energía eléctrica)	COSTO DE VOLADURA (explosivos y accesorios)	COSTO DE ACARREO Y TRANSPORTE (ventilación, izaje y energía eléctrica)	COSTOS ADMINISTRATIVOS	COSTO DE BENEFICIO	TOTAL
				costos según caja chica- mina y caja chica- juliaca	costos de planta de tratamiento	
CONT A	\$4,728.90	\$16,282.0	\$2,066.03	\$13,465.00	\$1,485.81	<b>\$38,027.70</b>
CONT B	\$6,476.80	\$21,386.6	\$3,456.19	\$18,837.50	\$3,274.83	<b>\$53,431.88</b>
CONT C	\$6,106.80	\$22,188.8	\$3,443.48	\$17,125.00	\$2,715.31	<b>\$51,579.42</b>
CONT D	\$4,985.60	\$16,753.1	\$3,093.24	\$13,570.00	\$3,201.56	<b>\$41,603.55</b>
CONT E	\$4,473.60	\$15,120.1	\$2,392.52	\$10,113.00	\$4,256.81	<b>\$36,355.99</b>
CONT F	\$5,016.10	\$17,130.7	\$3,014.44	\$12,615.00	\$3,337.60	<b>\$41,113.86</b>
CONT G	\$4,696.00	\$15,587.4	\$3,521.04	\$8,256.00	\$5,422.93	<b>\$37,483.36</b>
CONT H	\$2,009.90	\$7,924.7	\$1,836.13	\$6,850.00	\$4,541.42	<b>\$23,162.16</b>

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.



#### 4.10 LEY DE CORTE Y CUT OFF OPERACIONAL

Para obtener la ley de corte, se utilizaron los datos desde la contrata A hasta la contrata G, ya que hasta esta contrata se consiguieron estandarizar la mayoría de los procesos de la mina, por lo que para terminar de mejorar las operaciones mineras, se procedió a obtener la ley de corte de la siguiente manera:

- 1) Se obtiene el costo y beneficio total de las operaciones de las contratas, para luego ordenarlos de la siguiente manera.
- 2) Se ordena en una tabla el costo de las contratas de menor a mayor, para que en el gráfico se observe la tendencia de aumento de la inversión por contrata.
- 3) Se ordena en otra tabla el beneficio obtenido de las contratas de mayor a menor, con el fin de graficar y ver el menor costo invertido para obtener la mayor ganancia o beneficio.
- 4) Se procede a graficar con los datos de las tablas 6.20.
- 5) De acuerdo al gráfico Costo-Beneficio, se aprecia en el punto 5 la intersección de las líneas del gráfico, las cuales equivalen a los valores: (beneficio pto.5: \$43,628.3) y (costo pto.5: \$41,603.5), por lo tanto considerando un margen de error podemos determinar el punto de equilibrio de la operación, está alrededor de los \$ 40,000.00

TABLA 6.20: COSTO – BENEFICIO

	CONTRATAS	COSTO	BENEFICIO	
	CONT A	\$38,027.70	\$41,745.08	
	CONT B	\$53,431.88	\$74,644.73	
	CONT C	\$51,579.42	\$76,280.23	
	CONT D	\$41,603.55	\$44,939.18	
	CONT E	\$36,355.99	\$41,603.96	
	CONT F	\$41,113.86	\$43,628.31	
	CONT G	\$37,483.36	\$51,484.98	
	CONTRATAS DE LA A _ G		CONTRATAS DE LA A _ G	
	COSTO	DE MENOR A MAYOR	BENEFICIO	MAYOR A MENOR
	CONT E	\$36,355.99	CONT C	\$76,280.23
	CONT G	\$37,483.36	CONT B	\$74,644.73
	CONT A	\$38,027.70	CONT G	\$51,484.98
	CONT F	\$41,113.86	CONT D	\$44,939.18
	CONT D	\$41,603.55	CONT F	\$43,628.31
	CONT C	\$51,579.42	CONT A	\$41,745.08
	CONT B	\$53,431.88	CONT E	\$41,603.96

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

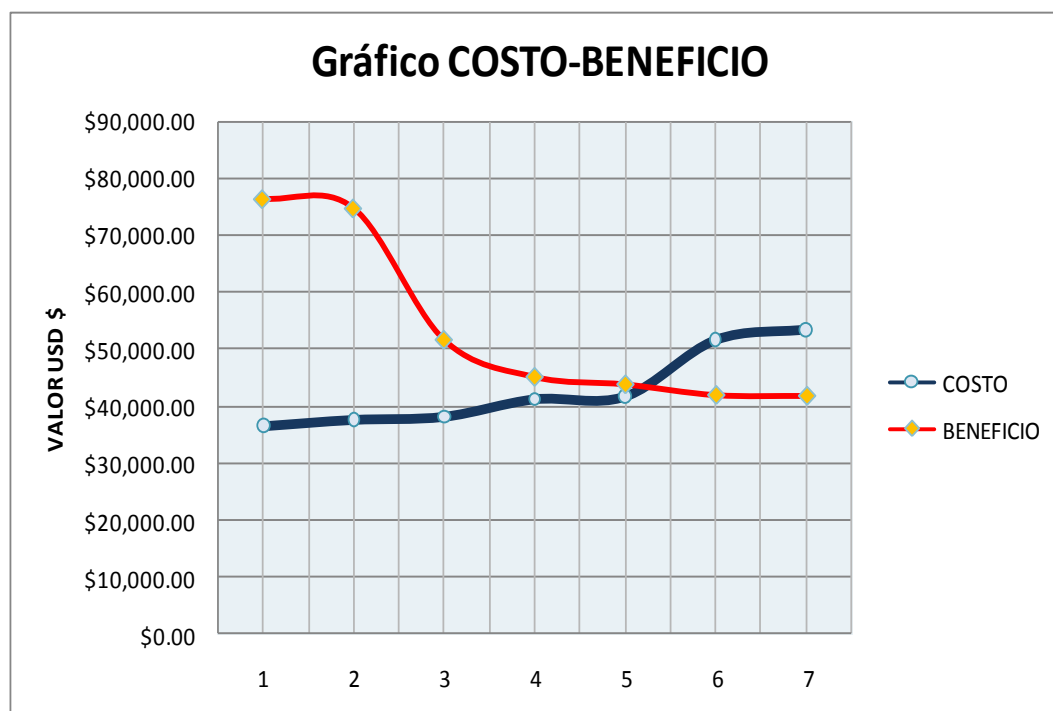


FIGURA 6.3: COSTO – BENEFICIO FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

- 6) Para obtener la ley de corte se deben transformar los valores monetarios a la cantidad de onzas o gramos de oro por tonelada mínima que se deben extraer de la mina, para que la operación sea sustentable.
- 7) Suponiendo márgenes de error e imprevistos que se puedan suscitar en la operación, se elabora un cuadro de iteraciones, considerando que para cada uno de estos valores de costo beneficio vayan desde los \$ 36,000 hasta los \$ 45,000 (considerando un margen de error de hasta \$ 4,000 por lapso de iteración).
- 8) En el cuadro de iteraciones cada valor de iteración expresado en dólares, se transformará a su equivalente en onzas de oro y obtenemos la cantidad de onzas mínimas que se deben procesar en la operación, en la que costos y beneficios sean antagónicos y sumen cero.
- 9) De acuerdo a los reportes de Planta Concentradora, tenemos un resumen de la cantidad de molidas, o faenas de molida con producción de Au respectiva que se realiza por cada trapiche de molida.

**TABLA 6.21: NUMERO DE MOLIDAS**

CONTRATA	TONELADAS	ORO PRODUCIDO	LEY PROMEDIO	NRO. MOLIDAS
CONT A	93.68	122.73	2.08	59
CONT B	206.48	197.04	1.37	144
CONT C	171.21	196.71	1.55	127
CONT D	201.86	133.14	1.11	120
CONT E	268.40	119.94	0.88	136
CONT F	210.44	130.37	0.99	132
CONT G	341.93	136.87	0.67	206

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

10) Del reporte de planta se consideran las siguientes cantidades de molidas para la iteración: 110, 130, 150, 170 y 190 molidas de trapiche por contrata, (por las que serán divididas la cantidad de onzas de oro equivalente) se consideran los dos últimos valores con referencia a que según el programa de optimización de planta, para esta contrata ya se cuenta con un trapiche mas, que comienza a operar y por consiguiente la cantidad de molidas aumentará en las siguientes contratas.

**TABLA 6.22: ITERACION DE COSTO – BENEFICIO**

ITERACIÓN COSTO - BENEFICIO		EQUIVALENCIA Oz_Au	ITERACION POR MOLIDAS PROMEDIO DE LA PLANTA					Oz Au/Ton
# de it.	VALOR DE INTERSECCION	Oz -Eq = \$ 650.00	110 molidas	130 molidas	150 molidas	170 molidas	190 molidas	
1	\$36,000.00	55.38	0.503	0.426	0.369	0.326	0.291	
2	\$37,000.00	56.92	0.517	0.438	0.379	0.335	0.300	
3	\$38,000.00	58.46	0.531	0.450	0.390	0.344	0.308	
4	\$39,000.00	60.00	0.545	0.462	0.400	0.353	0.316	
5	\$40,000.00	61.54	0.559	0.473	0.410	0.362	0.324	
6	\$41,000.00	63.08	0.573	0.485	0.421	0.371	0.332	
7	\$42,000.00	64.62	0.587	0.497	0.431	0.380	0.340	
8	\$43,000.00	66.15	0.601	0.509	0.441	0.389	0.348	
9	\$44,000.00	67.69	0.615	0.521	0.451	0.398	0.356	
10	\$45,000.00	69.23	0.629	0.533	0.462	0.407	0.364	

FUENTE: CORPORACION MINERA ANANEA S.A.

La iteración de los 10 valores de intersección Costo-Beneficio, nos da 50 valores iterados de leyes de corte, en los cuales hay valores máximos y mínimos, los cuales se transforman al equivalente en gramos Au/ton. De acuerdo al siguiente cuadro resumen.

TABLA 6.23: LEY DE CORTE

ITERACION POR MOLIDAS PROMEDIO DE LA PLANTA				gramos Au/Ton
110 molidas	130 molidas	150 molidas	170 molidas	190 molidas
15.7	13.3	11.5	10.1	9.1
16.1	13.6	11.8	10.4	9.3
16.5	14.0	12.1	10.7	9.6
17.0	14.4	12.4	11.0	9.8
17.4	14.7	12.8	11.3	10.1
17.8	15.1	13.1	11.5	10.3
18.3	15.5	13.4	11.8	10.6
18.7	15.8	13.7	12.1	10.8
19.1	16.2	14.0	12.4	11.1
19.6	16.6	14.4	12.7	11.3
N° DE ITERACIONES		50 ITR		
VALOR MINIMO ITR.		9.1 gr-Au/ton		
VALOR MAXIMO ITR.		19.6 gr-Au/ton		
VALOR PROMEDIO		13.4 gr-Au/ton		
<b>ley de corte mínima : CUT OFF _ OPERACIONAL</b>				
<b>13.4 GRAMOS Au POR TONELADA</b>				
A \$650.0 USD/ONZA				

Año 2009

Por lo tanto nuestra ley de corte operacional se fija en 13.4 gramos de oro por tonelada de mineral, al valor de \$ 650.0 dólares la onza.

El cuadro final de iteraciones en el cálculo de la ley de corte, nos permite manejar leyes altas y mínimas para que el grupo de producción pueda enviar mineral a la planta, además ya para las siguientes contratas con la implementación del nuevo trapiche se van a elevar la cantidad de molidas, para así lograr uno de los objetivos principales de la presente Tesis, trabajar mantos y vetas con leyes bajas de mineral, y así obtener la mayor ganancia con una operación minera sustentable.

Resumiendo el presente punto, el hecho de mejorar las operaciones mineras de pequeña escala, consigue que las mismas puedan ser más rentables, y

tener mayor proyección para trabajar leyes bajas en vetillas o filones de cuarzo aurífero, por lo que la presente tesis busca que si algún minero artesanal que pudiera leer estas líneas se convenza de que no solo hay que buscar las leyes más altas, si no también leyes bajas con mayor volumen de mineral.

## CONCLUSIONES

1. El objetivo es sincronizar la disponibilidad de los recursos que se tiene en el almacén para mejorar el plan de minado subterráneo en la Corporación Minera Ananea para mayor disponibilidad de extracción de mineral por la zona de Comuni21, Santa Ana y Balcon III y la misión de la administración tiene que conocer las funciones principales de la planificación:
  - Reconocimiento constante del recurso mineral
  - Métodos de extracción
  - Ritmos de explotación
  - Secuencia de producción
  - Leyes de corte
2. Enplaneamiento operacional subterránea en la Corporación Minera Ananea se tiene que realizar el Planeamiento de Minado y el diseño de labores teniendo en cuenta las estructuras predominantes emplazadas en la zona del proyecto, tanto estructural como geológico. Por ello plan de producción estará sujeto a las variables del yacimiento, tales como condiciones geológicas, geomecánicas y las variables económicas en función de los programas de desarrollo preparación y explotación, asignando los recursos necesarios. Entonces para un plan de producción es necesario contar con información técnica como: características geológicas de los mantos, estructurales de vetas y roca encajante, reservas mineras económicas, leyes de mineral, costos de producción y recursos para la producción.

3. El método de explotación utilizado es de cámaras y pilares con circado hasta el momento que viene dando mejores resultados, presentándose una mínima dilución.
4. Criterios de selección para la elección del método de explotación se tomara en cuenta: Características espaciales de la mineralización, condiciones Geológicas e Hidrológicas, consideraciones Geotécnicas, consideraciones Económicas, factores Tecnológicos e impacto ambiental.
5. Para modificar el método de explotación, se implementa un nuevo planeamiento mina, para pasar progresivamente del método de “cámaras y pilares con circado”, hacia el método de “corte y relleno ascendente”, al ser este último el método con el que se obtienen mayores volúmenes de mineral a menor costo, y sobre todo con la contingencia de que en profundidad los mantos cambian de buzamientos y se convierten en vetas o filones angostos.
6. Finalmente se logro reformar las operaciones mineras de la empresa logrando exitosas tasas de rentabilidad, producto del buen planeamiento logrando controlar los costos y aplicando tecnología de bajo costo en la explotación de minerales auríferos de vetas o filones angostos de baja ley, logrando producir un promedio de 240 toneladas de mineral aurífero mensual con una ley de corte de 0.43 Oz-Au/ton.



## RECOMENDACIONES

1. Conducir las operaciones mineras, a partir de un buen control de administración de la gerencia general y la superintendencia, la utilización de todos los recursos disponibles para la explotación de yacimientos auríferos de la zona de Santa Ana, Balcon III y Comuni, en base a una buena comunicación de personal mina, geología, planta concentradora y departamento de contrataciones que tiene la Corporación Minera Ananea S.A.
2. Mantener en mejores condiciones y control de todos los equipos, maquinarias, herramientas con capacitación permanente al personal buscando la mejora continua que implique incremento de productividad y generación del bienestar económica para la empresa.
3. Proyectar plan de utilización de un método de explotación alternativo entre cámaras y pilares – corte y relleno ascendente con objeto de recuperar los pilares con contenido de mineral con una mínima dilución, en función a los criterios de selección para la elección del método de explotación yacimientos auríferos.
4. Aumentar la capacidad de la planta concentradora a 40 toneladas de mineral por día para poder obtener mayor producción de Oro refogado, en los actuales momentos de coyuntura de alza de precio de los metales.
5. La base de la organización social-administrativa que conforman los accionistas contratistas de Cooperativas Mineras, como: Cooperativa Minera San Francisco de Rinconada Ltda, Cooperativa Minera Lunar de Oro Ltda y Cooperativa Minera Cerro San Francisco Ltda tienen que formalizarse de

acuerdo con la ley General de Minería y tienen que aportar impuesto a la renta para el desarrollo sostenible de la Region Puno y la responsabilidad social empresarial de sus comunidades adyacentes a la operación mina en el distrito de Ananea.

6. Para el planeamiento del método de explotación de yacimientos auríferos en forma de mantos y vetas se tiene que implementar un planeamiento de largo, mediano y corto plazo, que es un plan maestro, que tiene que seguir los directivos del directorio, gerencia general, gerencia de operaciones y jefes de secciones de la Corporación Minera Ananea si es que se tiene la visión de ser una Empresa aurífera competitiva en la Region Puno.
7. Ejecucion del plan cierre progresivo de los botaderos de desmonte para evitar los impactos ambientales, para mejorar la estabilidad física y química, para evitar la generación de aguas acidas que se viertan en la laguna Rinconada.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.-ANTENOR CHÁVEZ V., GUIDO SALAS A., JOSÉ CUADROS P., Geología de los cuadrángulos de Putina y La Rinconada Hojas 30-X y 30-Y, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, INGEMMET, Julio 2006.
- 2.-BUSTILLO REVUELTA MANUEL: Manual de evaluación y diseño de explotación de minas; Universidad Politécnica de Madrid- 1997
- 3.-CIA MINERA AURIFERA ANA MARIA S.A., Estudio de Factibilidad del Proyecto Aurífero Ana María, Diciembre 1982
- 4.-Córdova Rojas David, Regalado David, 2004, “Dimensionamiento del minado del cuerpo Magaly – Tajeo 775 Mina Socorro”. Pág. 1-24.
- 5.-DELGADO VEGA, José: 2008 *Apuntes del Curso de Planificación de minas. Planificación Subterránea y de Superficie* [diapositivas]. Material de Enseñanza. Antofagasta: Universidad de Antofagasta
- 6.-Hartman Howard L. “Mine Ventilation and air Conditioning”. Ed. John Wiley & Sons. 1982.
- 7.-HUSTRULID W. & BULLOCK R: *Underground Mining Methods Handbook*, SME Año 2001.
- 8.-INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO: Análisis del estado tecnológico de los métodos de explotación subterránea aplicadas en las minas del Perú convenio INGEMMET-KFW-OIM Año 1999.

- 9.-LOPEZ JIMENO CARLOS: MANUAL de perforación y voladura de rocas. Instituto Tecnológico Geominero de España. 2a ed. Madrid, Instituto Geológico y Geominero de España, 1994.
  
- 10.- NOVITZKY ALEJANDRO: Métodos de explotación subterránea y Planificación de minas – 1975.
  
- 11.-TUMIALAN, Pedro: *2003 Compendio de Yacimientos Minerales en el Perú.Ingemmet. 619 p.* Potencial Aurífero del yacimiento Ana María, CIA MINERA AURIFERA ANAMARIA S.A., Febrero 1992.
  
- 12.-Hartman Howard L., 1992, Society for Mining, Metallurgy and Exploration,Inc., “SME Mining Engineering Handbook”. David E. Nicholas “Applicationsof undergroundminingmethods”, pag. 2093.
  
- 13.-SNMPE: (2001) Texto de la minería del Oro en Iberoamerica, Ed.GraficosMontereyna S.A. Madrid.
  
- 14.-Stermole F. J: “Economic Evaluation and Investment Decisión Methods”Colorado School of Mines – 1990.
  
- 15.-Oyarzún Muñoz Jorge (*Dr. Sci.*): Evaluación de Impactos ambientales*Depto. Ingeniería de Minas Universidad de La Serena (Chile).*

## ANEXOS N° 01

### **I.-FUNDAMENTACION TEORICA PLANEAMIENTO DE PRODUCCION APLICADO EN UNA MINA SUBTERRANEA.**

#### **General Planning of the Noncoal Underground Mine By Richard L. Bullock**

##### **1.1.-DEFINICION**

Es la aplicación de los métodos, sujeto a las variables del yacimiento como ley de mineral, condiciones geomecánicas, reservas minables, diseño del método, etc. A la minería a cielo abierto o subterránea.

Planear consiste en preparar alternativas de minado más económico, en función a los programas de desarrollo y preparación, asignando los recursos necesarios de acuerdo al plan de producción programada.

##### **1.2 INFORMACION NECESARIA PARA EL PLANEAMIENTO**

###### **1.2.1 INFORMACION TECNICA PRELIMINAR**

La información necesaria para realizar un planeamiento adecuado que debe contar cualquier yacimiento a explotar son los siguientes parámetros principales:

- Condiciones geológicas del yacimiento.
- Geometría del yacimiento y distribución de leyes.
- Características geomecánicas del yacimiento.
- Evaluación económica en base a los precios de minerales y costos de producción.
- Ritmo de producción.
- Recursos necesarios, etc.

###### **1.2.2 INFORMACION GEOLOGICA MINERALOGICA**

- longitud, potencia y buzamiento de la veta o cuerpo mineralizado, acortamiento o ensanchamiento de la zona mineralizada.
- Relación de desmonte/mineral.
- Estimar la contribución (reservas) en aéreas mineralizadas.
- Presencia de zonas de alteración en aéreas mineralizadas y desmonte.

### 1.2.3 INFORMACION ESTRUCTURAL

- La profundidad de encampane (cobertura) rasgos estructurales con relación a la zona mineralizada y al desarrollo propuesto en la mina.
- Estructura de roca madre (techo, piso, paredes), incluyendo porosidad y permeabilidad, calidad de roca encajonante de la zona mineralizada a ser minado.
- Estructura del material mineralizado, tendencia del mineral roto a oxidarse, pérdida de finas y compactado a una masa solida.

### 1.2.4 INFORMACION ECONOMICA

- Reservas probadas en TM, con ley en las zonas a ser minado, incluyendo las reservas probables e inferidas.
- Localización de la mina con respecto a accesos existentes.
- Grado de estabilidad de la política tributaria y legal.
- Condiciones de mercadeo y el precio del metal.
- Ley de mineral requerido y su recuperación metalúrgica.
- Capacidad de producción de mina.

## 1.3 PLANIFICACIÓN, ORGANIZACIÓN Y REQUIRIMIENTO DE EQUIPOS

La cantidad de equipos, mano de obra, maquinaria e insumos que se necesita para la operación de una mina se estima de acuerdo a la productividad programada y rendimiento de los equipos, ratio de consumo, etc.

## 1.4 RECURSOS HUMANOS

Es necesario considerar los siguientes factores para el planeamiento:

- Suministro adecuado de personal para mantener un nivel de producción.
- Las relaciones laborales en el área, deben ser óptimas.
- Entrenamiento del personal para operaciones de producción.
- Contratación del personal para las operaciones, con destreza para evitar gastos en programas de aprendizaje.

## **1.5 REQUIRIMIENTO DE EQUIPOS**

- El equipo seleccionado, debe provenir de fabricantes con experiencia tecnológica, con pruebas efectuadas en varias minas del medio.
- El equipo debe garantizar el mantenimiento fácil, servicios, performance alto y financiamiento.
- Buena aceptación y de uso común en trabajos mineros y de construcción.
- Flexibilidad de aplicación en trabajos diferentes relacionados al método y labores de desarrollo así como labores de preparación, etc.

## **1.6 TIPOS DE PLANIFICACIÓN Y RESTRICCIONES**

### **1.6.1 PLANIFICACIÓN DE LARGO PLAZO**

En esta etapa de planificación se busca:

- Maximizar el VAN del proyecto.
- Maximizar la vida de la mina, es decir, evitar la dilución y aumentar la recuperación.

Esta etapa de planificación está acotada por parámetros como:

- Velocidad de extracción. Cantidad de toneladas aceptables a ser extraídas de cada punto de extracción.
- Secuencia de extracción. Se basará no sólo en los resultados económicos sino que también en la estabilidad geomecánica de la operación en conjunto.
- Metodo minado de extracción. Permitirá minimizar la dilución manteniendo un mínimo de área de contacto entre el mineral y el estéril o zona de dilución.
- Productividad del punto de extracción. Está en función de la productividad de los equipos.

### **1.6.2 PLANIFICACIÓN DE CORTO PLAZO**

En esta etapa de planificación se busca:

- Maximizar la ley media.
- Aumentar la producción.
- Minimizar la dilución.

- Minimizar el costo de producción.

En esta etapa de planificación también existen algunas restricciones como:

- Control de extracción. Esta restricción está altamente relacionada con la vida de la mina a través de la dilución y la estabilidad geomecánica.
- Índice de Uniformidad. Este índice mide la diferencia de tonelaje extraído entre un punto de extracción y sus vecinos para controlar la dilución.
- Distribución granulométrica en el punto de extracción. Medida de la madurez del punto de extracción debido a la fragmentación secundaria.
- Estado del punto de extracción. Registro de la disponibilidad de recursos con los cuales se quiere hacer la planificación.



**ANEXO N° 02:****II.- SELECCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN Y  
DIMENSIONAMIENTO DE LA MINA.****INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA - 1991****A. POR SU FORMA.**

- **Isométricos.**- Las que se extienden en todas direcciones por igual, por ejemplo los depósitos masivos.
- **Estratificados y filonianos.**- Aquellos que se presentan siguiendo direcciones preferentes y albergan un tonelaje relativamente pequeño.
- **Columnares o cilíndricos.**- Los que se extienden en una sola dirección.
- **Intermedios o mixtos.**-Que combinan características de dos o más de los grupos anteriores, debido a su propia génesis o a la tectónica que los ha dislocado o replegado.

La morfología de los yacimientos marca acusadamente la geometría final de las explotaciones, la secuencia de extracción y el método minero más adecuado.

**B. POR SU RELIEVE DEL TERRENO ORIGINAL.**

- **Horizontales o planos.**- Cuando la superficie es relativamente llana u horizontal.
- **En ladera.**- Puede ser a favor del talud o contra talud, según la disposición de las masas mineralizadas.
- **Montañosos.**- El terreno es irregular y presenta importantes accidentes topográficos.
- **Submarinos o subacuáticos.**- Si están cubiertos por una lámina de agua.

La geometría del terreno determina, en cierta medida, el método de explotación y la aplicabilidad de los medios mecánicos para llevar a cabo la extracción de los distintos materiales.

### C. POR SU PROXIMIDAD A LA SUPERFICIE.

- **Superficiales.**- Cuando no existe material de recubrimiento o éste presenta un espesor inferior a los 20 ó 30 metros.
- **Profundos.**- Localizados a profundidades mayores, entre los 40 y los 250 m.
- **Variables.**- Aquellos en los que una parte es económicamente explotable a cielo abierto y el resto por minería subterránea al ir desarrollándose en profundidad.

La posición de un yacimiento pueden ser, con respecto a la superficie, regular o irregular, no pudiendo clasificarse en algunos casos en único grupo de los indicados, al compartir características propias de varios grupos. La posición relativa de un yacimiento determina el tamaño de la explotación, tanto en planta como en profundidad, y de los sistemas aplicables, especialmente en cuanto a medios de transporte se refiere.

### D. POR SU INCLINACIÓN.

- **Horizontales.**- Con ángulos que pueden variar desde los 0° hasta los 10° ó 15° sobre el plano horizontal.
- **Tumbados.**- Con ángulos de 10°-15° hasta los 25°
- **Inclinados.**- Aquellos cuyos ángulos superan los 25°-35 y llegan hasta los 70° - 80°.
- **Verticales.**- Con ángulos comprendidos entre 70° y 90°.

El ángulo que presentan las masas mineralizadas, además de condicionar la elección del método de explotación, afecta de forma importante a las relaciones de estéril y mineral y, consecuentemente, a la economía de las operaciones a cielo abierto, así como a la probabilidad de rellenar los vacíos creados en yacimientos alargados para proceder a la recuperación de los terrenos.

#### **E. POR SU COMPLEJIDAD O NÚMERO DE MINERALIZACIONES.**

- **Simple.-** Se caracteriza por unas características homogéneas sin presencia de otros niveles mineralizadores o inclusiones; en este caso todos los minerales se extraen conjuntamente del yacimiento.
- **Complejos.-** Puede contener, junto con minerales de alta leyes, masa de mineral pobre o esterilizado con unos contactos claros; en tales casos la explotación se realiza de forma selectiva para evitar la pérdida o dilución del mineral aprovechable.

También se incluyen, dentro de este grupo, aquellos depósitos con diferentes masas o niveles mineralizados que obligan a una explotación más compleja, aun cuando los contactos con el estéril sean nítidos.

#### **POR LA DISTRIBUCIÓN DE LA CALIDAD DEL MINERAL EN EL YACIMIENTO**

- **Uniformes.-** Cuando la calidad o ley del mineral es la misma dentro de los límites del yacimiento. En este caso la explotación se lleva cabo con uno o varios tajos, pero sin proceder a la mezcla de los minerales extraídos.
- **No uniformes.-** Cuando la mineralización presenta calidades distintas en alguna dirección en planta o en profundidad dentro del depósito. En estos casos se suele efectuar la extracción simultánea en varias zonas, para proceder a la mezcla y homogeneización de los minerales extraídos.

#### **F. POR EL TIPO DE ROCA DOMINANTE:**

- El recubrimiento de estéril y el mineral son rocas compactas metamórficas o ígneas.
- El recubrimiento está constituido por rocas no homogéneas con alternancias de estériles blandos y duros, ígneas o metamórficas, y

el mineral e intrusiones de estériles son rocas compactas o meteorizadas y también de origen ígneo o metamórfico.

- Las rocas del estéril de recubrimiento son blandas y densas, con el mineral y rocas de intrusión compactas o meteorizadas de origen ígneo o metamórfico.
- Tanto el recubrimiento como la zona mineralizada están constituidas por rocas ígneas o metamórficas meteorizadas.
- Las rocas de recubrimiento son blandas y sedimentarias y el mineral no es homogéneo.
- El recubrimiento y el mineral son blandos y de origen sedimentario.

Profundidad tipo de explotación	Resistencias de las Rocas	Sistema de arranque	Geometría	Método
	Consolidadas con cualquier resistencia	Mecánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cualquier forma e inclinación, potente de grandes dimensiones.</li> <li>- Tabular y masivo, cualquier inclinación, potente y dimensiones reducidas.</li> <li>- Tabular, reducida inclinación, poco potente, escaso recubrimiento y grandes dimensiones.</li> <li>- Tabular, reducida inclinación, potencia media, bastante recubrimiento y grandes dimensiones.</li> <li>- Tabular, reducida inclinación, pequeña potencia, recubrimiento y dimensiones variables.</li> <li>- Tabular, tumbado, pequeña potencia, macizos remanentes.</li> </ul>	<p>Corta</p> <p>Cantera</p> <p>Descubierta</p> <p>Terrazas</p> <p>Contorno</p> <p>Auger</p>
	Inconsolidada s o permeables	Hidráulicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tabular, tumbado pequeña potencia, dimensiones reducidas.</li> <li>- Tabular, tumbado, bastante potencia, grandes dimensiones.</li> <li>- Cualquier forma e inclinación, potente y grandes dimensiones.</li> <li>- Cualquier forma, inclinado, potente y grandes dimensiones.</li> </ul>	<p>Monitor Hidráulico</p> <p>Dragado</p> <p>Minería por sondeos</p> <p>Lixiviación.</p>
	Rocas Competentes, desde resistencia a medias	Sin sostenimiento o	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tabular, tumbado, estrecho y grandes dimensiones.</li> <li>- Tabular, tumbado, potente y grandes dimensiones.</li> <li>- Tabular, inclinado, estrecho y cualquier tamaño.</li> <li>- Tabular, inclinado, potente y grandes dimensiones.</li> </ul>	<p>Cámaras y pilares</p> <p>Cámaras y pilares por banqueo</p> <p>Cámara almacén.</p> <p>Cámaras por subniveles.</p>
	Rocas incompetentes, desde débiles a medias	Con sostenimiento o	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forma variable, inclinada, estrecha y pequeña dimensiones.</li> <li>- Tabular, inclinado, estrecho y pequeñas dimensiones.</li> <li>- Cualquier forma e inclinación, potente y cualquier tamaño.</li> </ul>	<p>Corte y relleno</p> <p>Entibación con pies derechos</p> <p>Entibación por marcos</p>
	Rocas excavables, desde débiles a medias.	Con hundimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tabular, tumbado, estrecho y grande dimensiones.</li> <li>- Tabular o masivo, inclinado, potente y grandes dimensiones.</li> <li>- Masivo, inclinado, potente y grandes dimensiones.</li> </ul>	<p>Tajo largo</p> <p>Hundimiento por subniveles</p> <p>Hundimiento por bloques</p>

## **METODOLOGÍA.**

La selección del método de explotación se realizará por el procedimiento numérico de selección propuesto por Nicholas (1982).

Se realizará por dos etapas; la primera etapa por mayor peso contempla la Geometría, Leyes del depósito y las propiedades geomecánicas del mineral y estériles adyacentes. La segunda etapa se procederá a la evaluación económica, además un estudio complementario del ritmo de producción, la ley de corte, necesidades de personal, impactos ambientales y procedimientos de restauración y otras consideraciones.

### **A. GEOLOGÍA.**

La investigación geológica llevada a cabo debe permitir, por un lado, la correcta evaluación de los recursos y reservas que alberga el depósito, pero, además, debe facilitar información relativa a los principales de reocas, zonas de alteración, estructuras principales, accidentes tectónicos, etc. Todo ello debe plasmarse sobre planos y secciones a la escala adecuada para que pueda ser visualizado e interpretado fácilmente el yacimiento. La extensión del estudio en el sentido horizontal se recomienda que mantenga unas relaciones Profundidad del yacimiento / Limite del entorno de  $\frac{1}{2}$ , si se va a explorar por métodos subterráneos, y de  $\frac{1}{3}$  a  $\frac{1}{4}$  si va a ser a cielo abierto.

### **B. GEOMETRÍA DEL YACIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS LEYES.**

La geometría del yacimiento se define a través de su forma general, potencia, inclinación y profundidad. La distribución de las leyes se definirá como uniforme, gradual o diseminada, y Errática.

**1. FORMA**

- **Equidimensional o masivo.-** Todas las direcciones son similares en cualquier dirección.
- **Tabular:** Dos de las dimensiones son mucho mayores que la tercera.
- **Irregular:** Las dimensiones varían a distancias muy pequeñas.

**2. POTENCIA DEL MINERAL**

- **Estrecho** ( $< 10$ )
- **Intermedio** ( $10 - 30$  m)
- **Potente** ( $30$  a  $100$  m)
- **Muy potente** ( $> 100$  m)

**3. INCLINACIÓN**

- **Tumbado** ( $< 20^\circ$ )
- **Intermedio** ( $20 - 55^\circ$ )
- **Inclinado** ( $> 55^\circ$ )

**4. PROFUNDIDAD DEL YACIMIENTO****5. DISTRIBUCIÓN DE LAS LEYES**

- **Uniforme.-** La ley media del yacimiento se mantiene prácticamente constante en cualquier punto de éste.
- **Gradual o diseminado:** Las leyes tienen una distribución zonal, identificándose cambios graduales de unos puntos a otros.
- **Erráticos.** No existe una relación espacial entre leyes, ya que éstas cambian radicalmente de unos puntos a otros en distancia muy pequeñas.

El estudio de estos factores se hará hecho durante la fase de modelización del yacimiento, tanto si ésta se ha llevado a cabo por procedimientos manuales o informáticos. En cualquier caso, se habrán obtenido planos de niveles y secciones verticales en los que se inclinarán los tipos dominantes de rocas, la forma de depósito y la distribución espacial de las leyes.

### **C. CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DEL ESTÉRIL Y DEL MINERAL**

El comportamiento geotécnico de los diferentes materiales depende básicamente de: las resistencias de las rocas, el grado de fracturación de los macizos rocosos y de la resistencia de las discontinuidades. La resistencia de la matriz rocosa es la relación entre la resistencia a la

compresión simple y la presión ejercida por el peso del recubrimiento. Esa última puede calcularse a partir de la profundidad y la densidad de la roca, mientras que a la resistencia a la compresión se determina mediante el ensayo de la carga puntual.

El espaciamiento entre las fracturas puede definirse en términos de fracturas por metro o por el RQD (RockQualityDesignation) EL RQD es el porcentaje de trozos de testigo con una longitud superior a 10 cm.

La resistencia de las discontinuidades se determinara por observación directa de acuerdo con la tabla siguiente:

<b>1. RESISTENCIA A LA MATRIZ ROCOSA.</b>		
(Resistencia a compresión simple (Mpa)/Presión del recubrimiento (Mpa)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pequeña (&lt; 8)</li> <li>- Media (8 a 15)</li> <li>- Alta (&gt; 15)</li> </ul>		
<b>2. ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS</b>	<b>Fracturas/m</b>	<b>RQD. (%)</b>
- Muy pequeño	> 16	0 – 20
- Pequeño	10 – 16	20 – 40
- Grande	3 – 10	40 – 70
- Muy grande	3	70 – 100
<b>3. RESISTENCIA DE LAS DISCONTINUIDADES.</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pequeña: discontinuidad limpias con una superficie suave a con material de relleno blando</li> <li>- Media : discontinuidad limpias con una superficie rugosa</li> <li>- Grande: discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que a roca.</li> </ul>		

#### **D. PROCEDIMIENTO NUMÉRICO DE SELECCIÓN.**

El procedimiento numérico de selección del método de explotación consiste en asignar a cada uno de éstos unas calificaciones individuales en función de las características y parámetros que presentan los yacimientos. En la siguiente tabla se dan las puntuaciones de cada uno de los métodos



de explotación atendiendo a la geometría del depósito y distribución espacial de las leyes.

Métodos de explotación	Forma del yacimiento			Potencia del mineral				Inclinación			Distribución de las leyes		
	M	T	I	E	I	P	MP	T	IT	IN	U	D	E
Ciclos cubiertos	3	2	3	2	3	4	4	3	3	4	3	3	3
Hundimiento por bloques	4	2	0	-49	0	2	4	3	2	4	4	2	0
Cámaras por subniveles	2	2	1	1	2	4	3	2	1	4	3	3	1
Hundimiento por subniveles	3	4	1	-49	0	4	4	1	1	4	4	2	0
Tajo largo	-49	0	-49	4	0	-49	-49	4	0	-49	4	2	0
Cámaras y pilares	0	4	2	4	2	-49	-49	4	1	0	3	3	3
Cámaras almacén	2	2	1	1	2	4	3	2	1	4	3	2	1
Corte y relleno	0	4	2	4	4	0	0	0	3	4	3	3	3
Fajas ascendentes	3	3	0	-49	0	3	4	4	1	2	4	2	0
Entibación con marcos	0	2	4	4	4	1	1	2	3	3	5	3	3

M = Masivo t = tabulado I = Irregular E = Estrecho I = Intermedio P = Potente MP = Muy potente T = Tumbado IT = Intermedio IN = Inclinado U = Uniforme D = Diseminado E = Errático.

Después de totalizar las puntuaciones, los métodos que presentan las calificaciones serán los que tendrán mayores probabilidades de aplicación y con los que se procederá a cubrir la segunda etapa de estudio.

### E. OTROS FACTORES A CONSIDERAR.

Son muchos los factores que, al margen de los puramente técnicos, vistos anteriormente pueden influir en la selección del método de explotación adecuado. Entre los que deben ser analizados en etapas de estudio más avanzadas se encuentran. El ritmo de producción, la disponibilidad de mano de obra especializada, las limitaciones ambientales, la hidrogeología y otros aspectos de índole económica.

### VALORES EN FUNCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN

Clasificación	Valor
Preferido	3-4
Probable	1-2
Improbable	0
Desechado	-49

**PRODUCCIÓN DIARIA Y RENDIMIENTO POR JORNAL PARA  
LOS DIFERENTES MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN**

Método de Explotación	Producción diaria (t/d)	Rendimiento por jornal (T/j)
Hundimiento por bloques		115 – 300
- gravedad	2,500 – 40,000	65 - 160
- LHD		70 - 180
- Cuchara de arrastre		
	2,000 – 30,000	
Minería continua	100 – 8,000	100
Corte y relleno	350 – 10,000	6 - 12
Barrenos largos		60 - 95
	1,500 – 8,000	
Cámara y pilares	800 – 9,500	
- Roca dura		80 - 100
- Roca blanda		100 - 140
	100 - 4,000	
Cámara almacén	20 – 200	
Entibación con marcos	650 – 4,000	3 - 10
Crátere invertidos		4 - 8
		105 - 200

**COSTO UNITARIO DE EXTRACCIÓN DE LOS PRINCIPALES  
MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN EN MINERÍA SUBTERRÁNEA.**

Método de explotación	Costos de extracción		
	Bajo	Medio	Alto
Hundimiento por bloques	XXXXX XXX	XX	
Cámaras subniveles por		XXXXX XXXX	X
Hundimiento por subniveles		X	XXX
Cámaras y pilares			XXXX
Cámaras almacén			
Corte y relleno			XXXX
Entibación con marcos			