

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA**



**“IMPLEMENTACIÓN DE SOSTENIMIENTO MECANIZADO EN  
MINA CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C.”**

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

**ELABORADO POR  
JULIO CESAR ZEGARRA VICENTE**

**ASESOR  
ELVIS VALENCIA CHAVEZ**

**LIMA – PERÚ**

**2013**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento sincero a la empresa CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C. la cual me brindó apoyo necesario para realizar el presente trabajo. Así mismo agradecer a todo el personal de la unidad, sobre todo a los hombres de mina que en su esfuerzo diario realizan un trabajo de calidad. A todos ellos gracias por impartirme sus conocimientos y experiencias sin ninguna condición ni restricción.

**DEDICATORIA**

A mi madre por su apoyo incondicional, a mi hermano por ser un referente en mi vida y a mi padre que desde el cielo vela por mi crecimiento personal.

## RESÚMEN

Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C. es una empresa minera subterránea polimetálica, que pertenece al grupo Trafigura, la cual se dedica a la explotación y tratamiento de minerales de cobre, zinc, plata y plomo. Con una producción de 1600 TMS/día.

El plan de minado contempla obtener una producción anual de 593 030 TMS de las cuales 556 273 TMS se obtendrán de tajeos. Los tajeos en producción están clasificados por tipo de estructura, siendo el mayor aporte proveniente de mantos, luego cuerpos y finalmente vetas.

Dentro del ciclo de minado, el sostenimiento es una de las actividades unitarias importantes. En Catalina Huanca se podría decir que es uno de nuestros cuellos de botella, ya que su realización o no realización influye en la extracción del mineral, en el ciclado de las operaciones y en la seguridad del personal.

En este sentido, se inicia la implementación de un sostenimiento mecanizado: de ahí el interés del presente trabajo en investigar lo que a nuestro entender nos proporcionará mejoras a diversos niveles.

## **ABSTRACT**

Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C. is a polymetallic underground mine which belongs to the group Trafigura, which is engaged in mineral exploitation and processing of copper, zinc, silver and lead. With an output of 1.600 MT/day.

The mine plan includes obtaining an annual production of 593.030 MT of which 556.273 MT were obtained from tajeos. The production tajeos are classified by type of structure, with the largest contribution from groundwater, then bodies and finally veins.

Within the mining cycle, the support is a major unit activities. In Catalina Huanca could say that is one of our bottlenecks because its performance or nonperformance influences mineral extraction in cycling operations and personnel safety.

In this sense, begins implementing a machining support, hence the interest of the present work to investigate what we believe will provide improvements at various levels.

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	14
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES .....	15
1.1. ANTECEDENTES: .....	15
1.2. UBICACIÓN Y ACCESO:.....	17
1.3. CLIMA Y VEGETACIÓN: .....	19
1.4. FISIOGRAFÍA: .....	20
1.5. RECUERSOS DE LA ZONA: .....	20
1.5.1 Recursos Naturales .....	20
1.5.2 Recursos Hídricos .....	20
1.5.3 Recursos Humanos .....	21
1.6. INFRAESTRUCTURA Y OBRAS CIVILES: .....	21
1.6.1 Carreteras de acceso .....	21
1.6.2 Hotel y campamentos .....	21
1.6.3 Talleres y casa de fuerza .....	22
1.6.4 Abastecimiento de aguas.....	22
1.7. FILOSOFIA Y POLITICA EMPRESARIAL: .....	22
Nuestros valores.....	22
Nuestros objetivos.....	23
Nuestros compromisos.....	23
1.8. ORGANIZACIÓN:.....	25
CAPÍTULO II: GEOLOGÍA .....	26
2.1. GEOLOGÍA REGIONAL:.....	26

2.2.	ESTRATIGRAFÍA:	27
2.2.1.	Complejo Querobamba:	28
2.2.2.	Conglomerado del grupo Mitu:	29
2.2.3.	Calizas del grupo Pucará:	29
2.2.4.	Rocas ígneas	30
2.3.	GEOLOGÍA LOCAL:	33
2.3.1.	Formación Chunumayo	33
2.3.2.	Formación Huacaña	33
2.3.3.	Formación Paire	34
2.3.4.	Depósitos Cuaternarios	34
2.3.5.	Depósitos Morrénicos	34
2.3.6.	Depósitos coluviales	34
2.3.7.	Depósitos aluviales	35
2.4.	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL:	35
2.4.1.	Fallas activas del cuaternario	37
2.5.	GEOLOGÍA ECONÓMICA:	38
2.5.1.	Modelo geológico y tipos de mineralización	39
2.5.2.	Mineralogía	40
2.5.3.	Estructuras mineralizadas	40
2.5.4.	Alteración hidrotermal:	47
CAPITULO III: MINADO Y PLANEAMIENTO		49
3.1.	METODOS DE MINADO	49
3.1.1.	Corte y relleno ascendente en mantos:	49
3.1.2.	Corte y relleno ascendente en vetas:	51
3.1.3.	Cámaras y pilares con corte y relleno ascendente:	53
3.1.4.	Shrinkage en vetas:	56
3.1.5.	Sublevel stoping en vetas:	57
3.2.	PLANEAMIENTO DE MINADO	63
3.2.1.	Planeamiento de minado a largo plazo:	63
3.2.2.	Planeamiento de minado a mediano plazo:	64
3.2.3.	Planeamiento de minado a corto plazo:	64
CAPITULO 4:MACIZO ROCOSO		66

4.1.	CARACTERIZACION Y CLASIFICACION DEL MACIZO ROCOSO .....	66
4.2.	GEOLOGIA .....	67
4.3.	CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO .....	69
4.3.1.	Propiedades de Resistencia de la Roca Intacta .....	69
4.3.2.	Propiedades de Resistencia de las Discontinuidades.....	71
4.3.3.	Propiedades de Resistencia del Macizo Rocoso .....	72
4.4.	CLASIFICACION DE LA MASA ROCOSA.....	74
4.5.	ZONIFICACIÓN GEOMECÁNICA.....	78
	CAPITULO 5: SOSTENIMIENTO MECANIZADO .....	83
5.1	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO.....	83
5.2	PREPARACIÓN DE LABORES .....	84
5.3	IMPLEMENTACIÓN HAMMER BOLT.....	85
5.4	PRUEBA DE ARRANQUE .....	103
	CONCLUSIONES.....	104
	RECOMENDACIONES .....	106

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 MAPA DE RESERVAS POLIMETÁLICAS .....	18
FIGURA 2 PLANO DE UBICACIÓN UM CATALINA HUANCA .....	19
FIGURA 3 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA .....	28
FIGURA 4 GEOLOGÍA .....	32
FIGURA 5 MODELO GEOLÓGICO CH.....	48
FIGURA 6 CAMARAS Y PILARES MECANIZADO .....	60
FIGURA 7 SUBLEVEL STOPING EN VETAS .....	61
FIGURA 8 CORTE Y RELLENO MECANIZADO EN VETAS .....	62
FIGURA 9 RMR (Bieniawski 1989) .....	75
FIGURA 10 GSI VETAS .....	76
FIGURA 11 GSI MANTOS Y CUERPOS.....	77
FIGURA 12 PLANO GEOMECÁNICO NV 3189 .....	79
FIGURA 13 PLANO GEOMECÁNICO NV 3090 .....	80
FIGURA 14 PLANO GEOMECÁNICO NV 3050 .....	81
FIGURA 15 PLANO GEOMECÁNICO NV 3000 .....	82
FIGURA 16 PRUEBA DE ARRANQUE .....	103

## INDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 UNIDADES LITOLÓGICAS .....	27
TABLA 4.1 ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE .....	69
TABLA 4.2 ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICAS.....	69
TABLA 4.3 ENSAYOS DE TRACCIÓN DIRECTA.....	70
TABLA 4.4 ENSAYOS DE COMPRESIÓN TRIAXIAL .....	70
TABLA 4.5 ENSAYOS DE PROPIEDADES ELÁSTICAS.....	71
TABLA 4.6 ENSAYOS DE CORTE DIRECTO.....	71
TABLA 5.1 OCTUBRE .....	86
TABLA 5.2 NOVIEMBRE .....	88
TABLA 5.3 DICIEMBRE.....	90
TABLA 5.4 COMPARATIVO ENERO .....	92
TABLA 5.5 COMPARATIVO SPLITS ENERO .....	93
TABLA 5.6 TOTALES ENERO.....	93
TABLA 5.7 KLEF FEBRERO .....	94
TABLA 5.8 EMINEC FEBRERO .....	95
TABLA 5.9 COMPARATIVO FEBRERO.....	96
TABLA 5.10 COMPARATIVO SPLITS FEBRERO.....	97
TABLA 5.11 TOTALES FEBRERO .....	97

TABLA 5.12 KLEF MARZO.....	98
TABLA 5.13 EMINEC MARZO.....	99
TABLA 5.14 COMPARATIVO MARZO .....	100
TABLA 5.15 COMPARATIVO SPLITS MARZO.....	101
TABLA 5.16 TOTALES MARZO .....	101
TABLA 5.17 RESÚMEN CONVENCIONAL – MECANIZADO .....	101
TABLA 5.18 RENDIMIENTOS TRIMESTRE 2013.....	102
TABLA 5.19 SOSTENIMIENTO TOTAL TRIMESTRE 2013.....	102
TABLA 5.20 SPLITS TOTALES POR MESES.....	102

## NOMENCLATURA

TMD: Tonelada métrica día

CHSM: Catalina Huanca Sociedad Minera

SA: Sociedad Anónima

UM: Unidad Minera

MSNM: Metros sobre el nivel del mar

UTM: Transversal universal de Mercator

PCM: Pies cúbicos por minuto

SIGER: Sistema integrado de gestión y evaluación de riesgos

USGS: Servicio geológico americano

NW: Orientación Noroeste

NE: Orientación Noreste

SW: Orientación Suroeste

SE: Orientación Sureste

TM: Tonelada métrica

F/R: Fracturado regular

MF/R: Muy fracturado regular

F/P: Fracturado pobre

F/B: Fracturado bueno

RMR: Rock mass rating

GSI: Índice de resistencia geológica

## INTRODUCCIÓN

Una de las actividades unitarias importantes en la explotación de una mina subterránea es el sostenimiento. Su realización o no, influye en la producción y en el ciclado de los trabajos diarios.

Por ello y con el fin de mejorar el rendimiento del sostenimiento en labores, así como dar mayor seguridad al personal que labora en interior mina se implementa un jumbo empernador para las operaciones de la mina.

En principio es implementado en los tajeos de explotación, para luego hacerlos en labores de avance.

Para lograr ello se han realizado evaluaciones geomecánicas con el fin de zonificar geomecánicamente la mina, pruebas a los elementos de sostenimiento instalados y controles de rendimiento a fin de uniformizar el uso del jumbo empernador en la mayor cantidad de labores, salvando las limitaciones que podamos encontrar y aportando opciones de mejora a las mismas.

## **CAPITULO I**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1. ANTECEDENTES:**

CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C., es la TITULAR de la Unidad Minera Catalina Huanca y cuenta actualmente con una extensión de 5.400 Has de concesiones mineras ubicadas en la jurisdicción política de los distritos de Canaria y Apongo, provincia de Víctor Fajardo, departamento de Ayacucho, a una altura promedio de 3,500 msnm.

CHSM opera una mina subterránea polimetálica y una planta de beneficio denominada San Jerónimo, a una producción de 1.600 TMD. Así mismo la Unidad Minera cuenta con una infraestructura compuesta por vías de acceso que conecta todas las áreas de operación; depósitos de desmonte, depósitos de relaves, laboratorio, talleres, oficinas administrativas, posta médica, sub estaciones eléctricas, campamentos, comedores.

En el año de 1954, los trabajos formales de minado fueron iniciados a pequeña escala por la Compañía Minas Canaria S.A., empleando primero el escogido a mano del mineral (pallaqueo) para después obtener los concentrados de plomo y zinc mediante el método semi-mecanizado de concentración gravimétrica. En julio de 1991, los 307 socios de la Cooperativa decidieron constituir la Compañía Minera Uyuccasa S.A. a través de la cual reiniciaron las labores de explotación, incrementando la capacidad de la planta en forma gradual a 250 TMSD.

En octubre del año 2000, la Cooperativa Minera Minas Canaria Ltda. Retomó la conducción de la unidad minera y demás instalaciones de U.M. Catalina Huanca, emprendiendo la recomposición de sus cuadros técnicos, con el fin de encontrar una solución razonable para continuar con la explotación de sus recursos minerales. Posteriormente en el año 2004. La Cooperativa Minera Minas Canaria Ltda., suscribió un contrato de compra venta con el Consorcio Minero S.A. (CORMIN), transfiriéndole las concesiones mineras y demás infraestructura de la U.M. Catalina Huanca

A partir de abril del año 2005, la U.M. Catalina Huanca es operada bajo la nueva administración, con la razón social Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.

## **1.2. UBICACIÓN Y ACCESO:**

El área de operaciones de la Unidad Catalina Huanca de CHSM SAC es accesible desde Lima por tierra siguiendo la Carretera Panamericana Sur, Carretera Vía los Libertadores hasta la ciudad de Ayacucho y desde allí por las localidades de Cangallo, Huancapi, Cayara, Hualla, Canaria, Taca hasta llegar a la Mina Catalina Huanca y Planta Concentradora San Jerónimo, con un recorrido total aproximado de 693 Km que se realiza en 13 horas de viaje en camioneta.

Existe otra ruta de acceso hacia la Unidad Minera, que actualmente es empleada por camiones para el transporte de concentrado de mineral, se efectúa utilizando la carretera Panamericana Sur, con la siguiente ruta:

Lima – Nasca, 450 Km, Nasca – Desvío Puquio, 83 Km, Desvío Puquio – UM, 160 Km. Haciendo un total de 693 Km de recorrido en 13 horas.

La unidad minera Catalina Huanca se ubica a una altitud de 3,500 msnm.

Sus coordenadas U.T.M. son:

LONGITUD 615.200 E

LATITUD 8'454.200 N

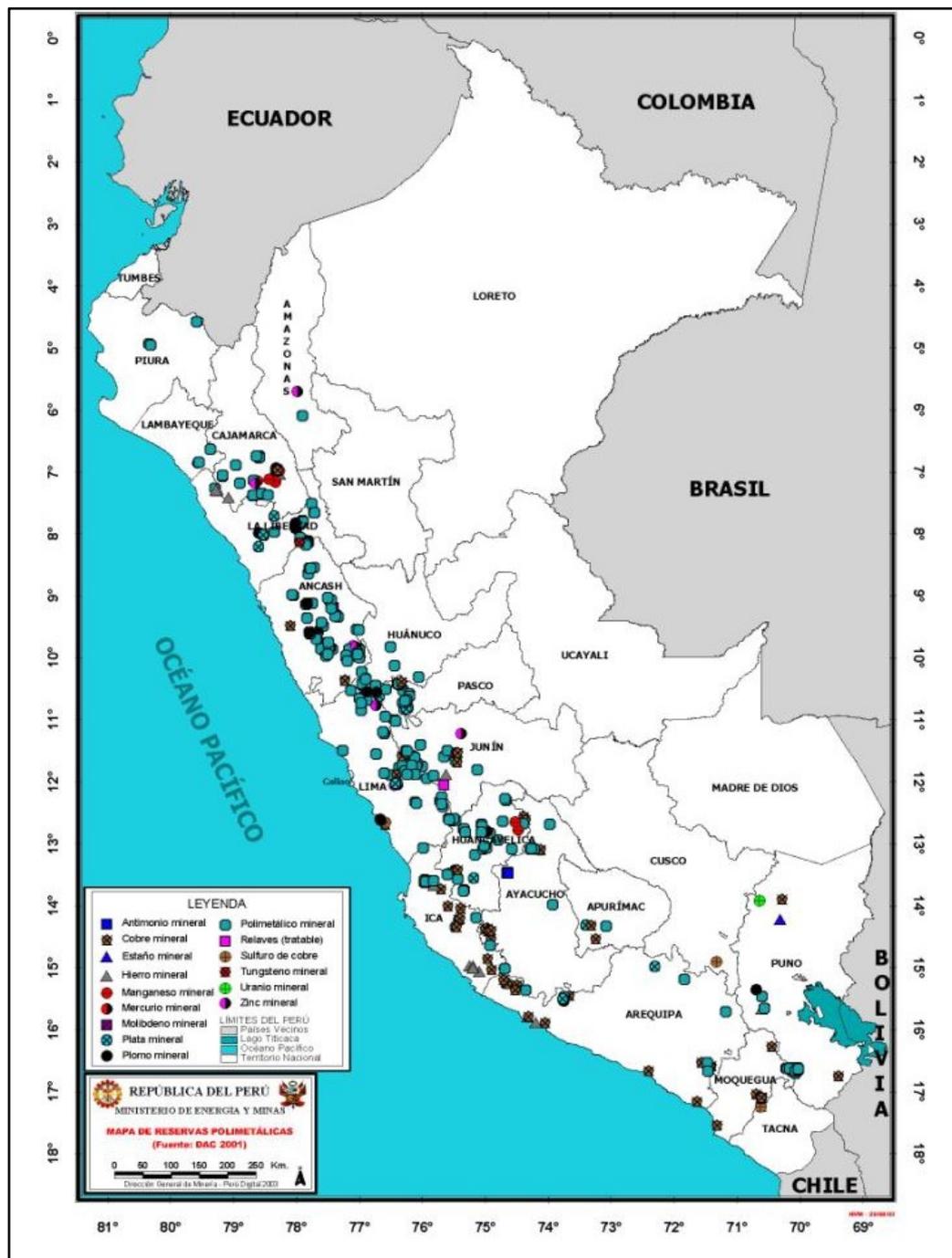


FIGURA 1 MAPA DE RESERVAS POLIMETÁLICAS

Fuente: Ministerio de Energía y Minas del Perú



FIGURA 2 PLANO DE UBICACIÓN UM CATALINA HUANCA  
Fuente: Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.

### 1.3. CLIMA Y VEGETACIÓN:

En esta parte de los andes, el clima es seco y frígido. Con dos estaciones bien marcadas: invierno entre diciembre y marzo, con fuertes precipitaciones de lluvia que según datos registrados alcanzan hasta 700 mm, donde la temperatura durante el día alcanza 20°C, descendiendo en la noche a 10°C; y verano: de abril a noviembre donde la temperatura en el día alcanza 16°C y en las noches baja hasta los 0°C.

La vegetación en la parte alta está constituida por ichu y pastos naturales, en la parte baja comprende arbustos nativos y sembríos de maíz, trigo, cebada y habas que son consumidos por los habitantes del lugar.

#### **1.4. FISIOGRAFÍA:**

En el área de la mina se observa un relieve accidentado, el cual está formado por superficies onduladas y valles pronunciados, anticlinales y sinclinales; observándose en el área de la mina pendientes de hasta 60°.

Al lado este los ríos Mishka y Sondongo que han erosionado el valle dando la forma de un cañón, cuya cota de fondo es aproximadamente 2.600 m.s.n.m. y la cota de la cumbre pasa los 4.200 m.s.n.m, además esta surcado por pequeñas quebradas por donde circulan pequeños riachuelos y otras están secos.

#### **1.5. RECUERSOS DE LA ZONA:**

##### **1.5.1 Recursos Naturales**

El principal recurso natural constituye el yacimiento de mineral y que es objeto de explotación por la empresa en mención.

##### **1.5.2 Recursos Hídricos**

El recurso hídrico para trabajos de mina es escaso en la época seca y es abastecido de pequeños manantiales, almacenándose en reservorios situados en la parte alta de la mina. Para el tratamiento de mineral de agua es abastecida del riachuelo Mishka que pasa cerca de la localidad de Raccaya y frente a la planta.

### 1.5.3 Recursos Humanos

En la zona se cuenta con personal que tiene cierta experiencia en trabajos mineros, por lo que no se tiene problemas con respecto a la mano de obra. Muchos de ellos han sido capacitados por la misma empresa, en su política de contar con mano de obra lugareña. El personal técnico es captado de otros lugares, tanto para trabajos de mina y planta concentradora.

## **1.6. INFRAESTRUCTURA Y OBRAS CIVILES:**

### 1.6.1 Carreteras de acceso

Las carreteras de acceso, se encuentran en buen estado a la fecha. Se requiere ampliar las partes rocosas; aquellas que conducen a la planta concentradora.

La información que antecede al tramo de Planta en dirección a la ciudad de Huamanga; por cuanto el tramo que corresponde a Planta-Nazca, se encuentra en malas condiciones de mantenimiento, por lo que se tiene demoras considerables en el transporte de concentrado de mineral.

### 1.6.2 Hotel y campamentos

El hotel y los campamentos de la mina se encuentran a una altura promedio de 3,500 m.s.n.m. y las Plantas Concentradoras a 3,300 m.s.n.m.

La totalidad de campamentos para fines de vivienda se encuentran en buenas condiciones y de uso inmediato. Dichos campamentos se brindan en forma gratuita, con servicios de agua potable, desagüe y energía eléctrica doméstica.

#### 1.6.3 Talleres y casa de fuerza

Se cuenta con un taller de Maestranza y Taller Eléctrico para el suministro de aire comprimido. Se cuenta con dos compresoras, con una capacidad nominal de 1300 PCM cada una. Además se tiene una compresora DENVER como volante en los niveles 420 y 470; esta última trabaja a una altura de 3,600 m.s.n.m.

#### 1.6.4 Abastecimiento de aguas

El consumo total, tanto doméstico como para las operaciones de perforación y de la Planta Concentradora alcanza a 19 litros/seg. Para la Planta San Jerónimo, la cual es alimentada por el río Mishka, no existe problemas de suministro. En la mina, se cuenta con instalaciones de tuberías, que proveen de agua para perforación, mediante un consumo aproximado de 15 litros/seg.

### **1.7. FILOSOFIA Y POLITICA EMPRESARIAL:**

#### **Nuestros valores**

Catalina Huanca está convencida que su desarrollo se sustenta en el respeto, confianza y consideración mutua con todos los que participan en ella:

Trabajadores, socios, proveedores, autoridades, empresas contratistas, clientes y comunidad en general, considerando como eje motriz el valor que tiene su capital humano. Es por este motivo que trabaja permanentemente en la búsqueda de la excelencia, generando valor en el proceso, velando por el bienestar y seguridad de nuestros trabajadores y cuidando el ambiente que nos rodea.

### **Nuestros objetivos**

En seguridad y salud: Catalina Huanca considera que todos tienen el derecho de contar con un ambiente seguro y sano para su trabajo, por tal motivo busca reducir continuamente los niveles de riesgo en el proceso productivo.

En ambiente: Promueve el desarrollo sostenible de la región en donde trabaja, minimizando en el entorno ambiental directo el impacto de nuestras operaciones.

### **Nuestros compromisos**

De Catalina Huanca:

- Implementar un Sistema Integrado de Gestión de Riesgos- SIGER CATALINA HUANCA, que facilite alcanzar los mejores estándares de desempeño, mediante valores que propicien el desarrollo y bienestar de nuestros trabajadores y comunidades vecinas.
- Cumplir la legislación peruana aplicable y otras exigencias que la organización suscriba en relación con la Seguridad, Salud y Medio

Ambiente.

- Mantener un compromiso permanente con la excelencia, promoviendo la mejora continua en sus actividades productivas y sistemas de gestión.
- Ejecutar programas de sensibilización, capacitación y entrenamiento permanentes en Seguridad, Salud y Medio ambiente.
- Respetar las costumbres locales e integrarnos a las comunidades donde realizamos nuestras actividades, mostrando sensibilidad social y carácter regional.
- Minimizar los impactos negativos al ambiente.

De sus trabajadores:

- Respetar a los pobladores de las comunidades vecinas así como sus costumbres y evitar cualquier impacto negativo por nuestra presencia.
- Trabajar con responsabilidad y entusiasmo, guiando a los que no conocen, enmendando nuestros errores y predicando permanentemente con el ejemplo, en búsqueda constante de la excelencia.
- Respetar a las autoridades locales y nacionales y cumplir sus leyes vigentes.
- Cumplir las normas, reglamentos vigentes, códigos de conducta, estándares y procedimientos escritos de trabajo seguro establecidos.
- Actuar con eficacia para controlar los riesgos detectados.

**1.8. ORGANIZACIÓN:**

Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C., es una unidad del grupo Trafigura y por lo tanto está organizada bajo los lineamientos de una empresa privada.

## **CAPÍTULO II**

### **GEOLOGÍA**

#### **2.1. GEOLOGÍA REGIONAL:**

La secuencia litológica que aflora en la región está compuesta por rocas de origen sedimentario cuyo período de formación se extiende desde el Permiano Superior (Paleozoico), rocas del Triásico y Jurásico Inferior del Mesozoico representado por los Grupos Mitu y Pucará hasta el Cuaternario. Estas unidades rocosas se encuentran conformando una franja con dirección NO-SE. El relieve de la zona está caracterizado por presentar vertientes muy pronunciadas y valles interandinos con ríos de la cuenca del río Cangallo-Pampas afluentes del río Apurímac. El río Pampas presenta un recorrido de Oeste a Este. Las principales unidades litológicas que afloran en el área de estudio se muestran, y se describen en la tabla 2.1.

La Formación Socosani del grupo Chunumayo forma un contacto discordante con el Grupo Pucará y también con la Formación Labra y ésta

última se encuentra en concordancia con la Formación Gramadal. Se observa afloramientos de facies graníticas hacia el Este del área del emplazamiento minero y en el área del emplazamiento mismo rocas intrusivas de tipo diorítico, la Diorita Ccascabamba y cuarzo monzonita.

Era	Sistema	Serie	Unidad Lito-estratigráfica		Símbolo	Descripción
CENOZOICO	Cuaternario	Holoceno	Deposito Coluvial		Q-cv	Gravas y limo arcillosas
			Deposito Coluvial deslizamiento		Q-cvd	Gravas arcillosas con bloques
		Pleistoceno	Deposito Fluvioglacial		Q-fg	Gravas arena limosas, arenas limosas, etc.
	Neogeno	NE	Fm. Sacllani 2		Np-sa2	Conglomerado, areniscas y lodolitas rojas.
			Fm. Sacllani 1		Np-sa1	Conglomerado y areniscas violáceas duros.
			Fm. de Conglomerados		Np-cgl	Conglomerado y areniscas violáceas duros.
MESOZOICO	Jurásico	Superior	Gpo. Yura	Fm. Gramadal	Js-gr	Intercalacion de calizas gris oscuras de grano fino.
		Medio	Gpo. Yura	Fm. Labra	Js-la	Areniscas cuarzosas gris, blanquecinas, intercaladas con areniscas calcáreas
			Gpo. Chunumayo	Fm. Socosani	Jm-so	Intercalaciones de calizas con limonitas calcáreas y calcarenitas.
		Inferior	Gpo. Pucará		TrJi-pu	Calizas gris azulinas en bancos medianamente gruesos con nódulos de chert.
PALEOZOICO	Triásico	Superior				
	Permiano	Superior	Gpo. Mitu		Pst-mi	Areniscas rojas intercaladas con conglomerados de matriz areniscosa rojiza.

NE, No especificado

TABLA 2.1 UNIDADES LITOLÓGICAS

## 2.2. ESTRATIGRAFÍA:

El Yacimiento Catalina Huanca se ubica en las faldas de los cerros Hatun Orcco (4.000 msnm) y Monteruyocc, donde destaca la quebrada Sacllani de rumbo S60°E, principal colector del drenaje superficial que llega hasta el río Mishka, a través del cual se observa la columna estratigráfica representativa de la mina. (figura 3)

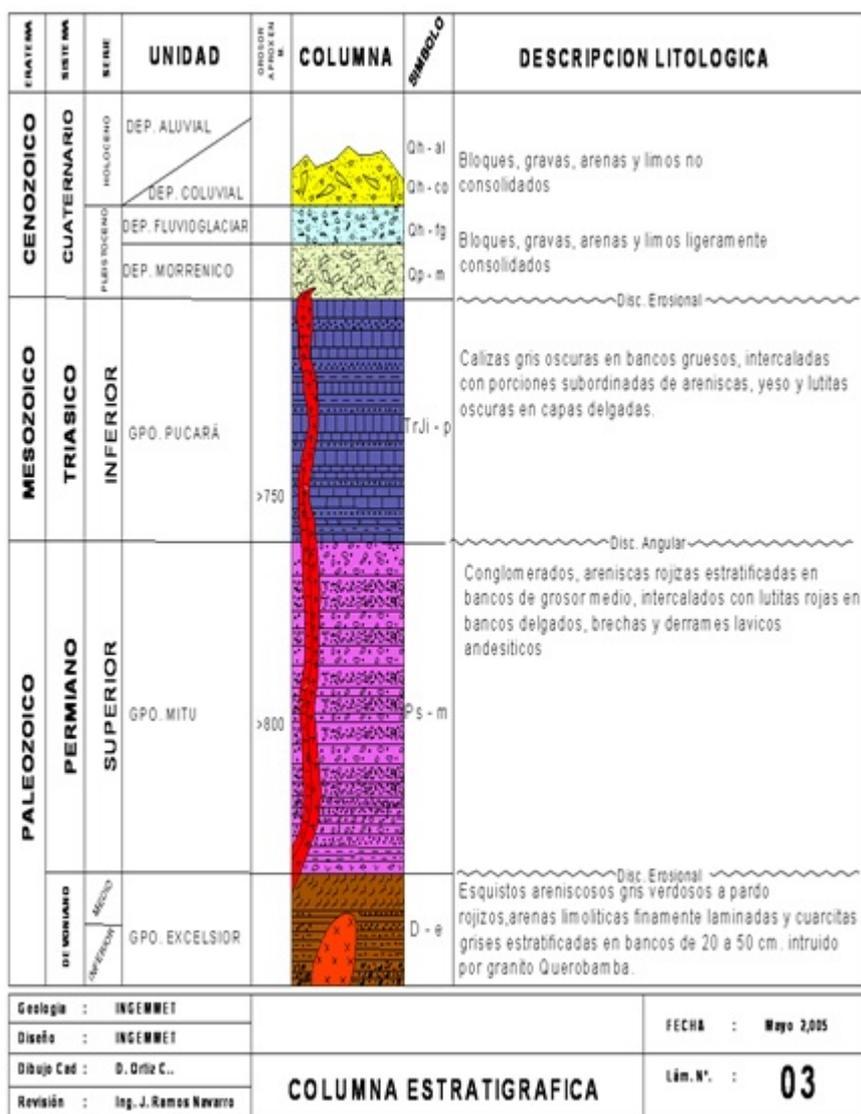


FIGURA 3 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA

Fuente: Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.

### 2.2.1. Complejo Querobamba:

En la base cerca al nivel del río Mishka a 2,400 msnm, se tienen las rocas del Complejo Granítico Querobamba, afloramientos extensos de granitos gnéissicos, en el que se han observado numerosos cateos y trabajos antiguos, siguiendo hilos de cuarzo blanco y limonitas

con estructuras de foliación de rumbo N 30 – 35°W y buzamiento vertical.

### **2.2.2. Conglomerado del grupo Mitu:**

Esta secuencia se inicia en la cota 2,800 msnm, conformada por pseudo estratos monótonos de 0.80 a 3.00m. de espesor, constituidos por fragmentos subredondeados de areniscas, cuarcitas, calizas, lutitas y volcánicos, englobados en un cemento rojizo – violáceo. El rumbo de las capas es de N10°W y buzamiento 30°SW. En los niveles inferiores se ha podido definir intercalaciones de facies conglomerádicas silíceas y calcáreas constituidos por clastos de cuarcitas, areniscas, en una matriz arcillosa a arenácea muchas veces hematítica ferruginosa de color gris rojizo y otras con presencia de rocas volcánicas félsicas y andesíticas, que permiten cierto grado de concentración de mineral (Doña María), convirtiéndose en un metalotecto muy importante por las características del mineral encontrado.

### **2.2.3. Calizas del grupo Pucará:**

Hacia la cota 3,450 msnm hasta la cúspide del Hatun Orcco afloran las calizas del Grupo Pucará; secuencia de estratos delgados a medianos, intercalados con horizontes brechosos, tufáceos y sills de andesita. Las capas en general tienen un rumbo N20°E y buzamiento de 27°NW. Localmente el espesor de las calizas se estima en 800m

con sus tres formaciones El condorsinga (150m), el Aramachay (100m) y el Chambará (500m) y de 200 mt de potencia ubicados entre los sobreescurrecimientos Este y Oeste formando un Corredor Estructural denominándolos geográficamente de norte a sur como Chumbilla – Monteruyocc – Sayhuacucho y Lampaya, éste Metalotecto constituye un importante corredor para la exploración por metales básicos en una longitud aproximada de 1.6Km asociado a diques dacítico y andesita porfirítica propilitizada.

#### **2.2.4. Rocas ígneas**

Tenemos la presencia de un stock subvolcánico riolítico que aflora en el cerro Monteruyocc en las inmediaciones del contacto caliza – conglomerado. A este subvolcánico se le puede atribuir haber sido el portador de las soluciones mineralizantes y los efectos de la alteración hidrotermal de las cajas. En el Metalotecto Pucará constituida por calizas, se encuentran intercalaciones de diques riodacíticos y de andesita porfirítica propilitizada.

El contacto caliza – subvolcánico presenta un rumbo N24°E y 29°NW de buzamiento y el contacto intrusivo – conglomerado tiene un rumbo N35°E y buzamiento 73°NW.

En el lado Sur – Este de la mina aflora un pequeño stock intrusivo, que por sus características mineralógicas, se puede clasificar como una riodacita, que atraviesa a los conglomerados y calizas, siguiendo una dirección NW y posiblemente está relacionado a la mineralización del

yacimiento Catalina Huanca en el contacto, con el intrusivo, los conglomerados están fuertemente silicificados y con finas disseminaciones de pirita.

Las calizas están piritizadas y algo recristalizadas sobreyaciendo a estas rocas, en discordancia horizontal o inclinada, se encuentran potentes mantos cuaternarios constituidos por arenas, arcillas, lutitas, gravas, calcáreas, pizarras y otras rocas sedimentarias de colores oscuros, pardo negruzco, etc. dando los terrenos de cultivo y otras capas de forma plana o lenticular que se intercalan unas con otras.

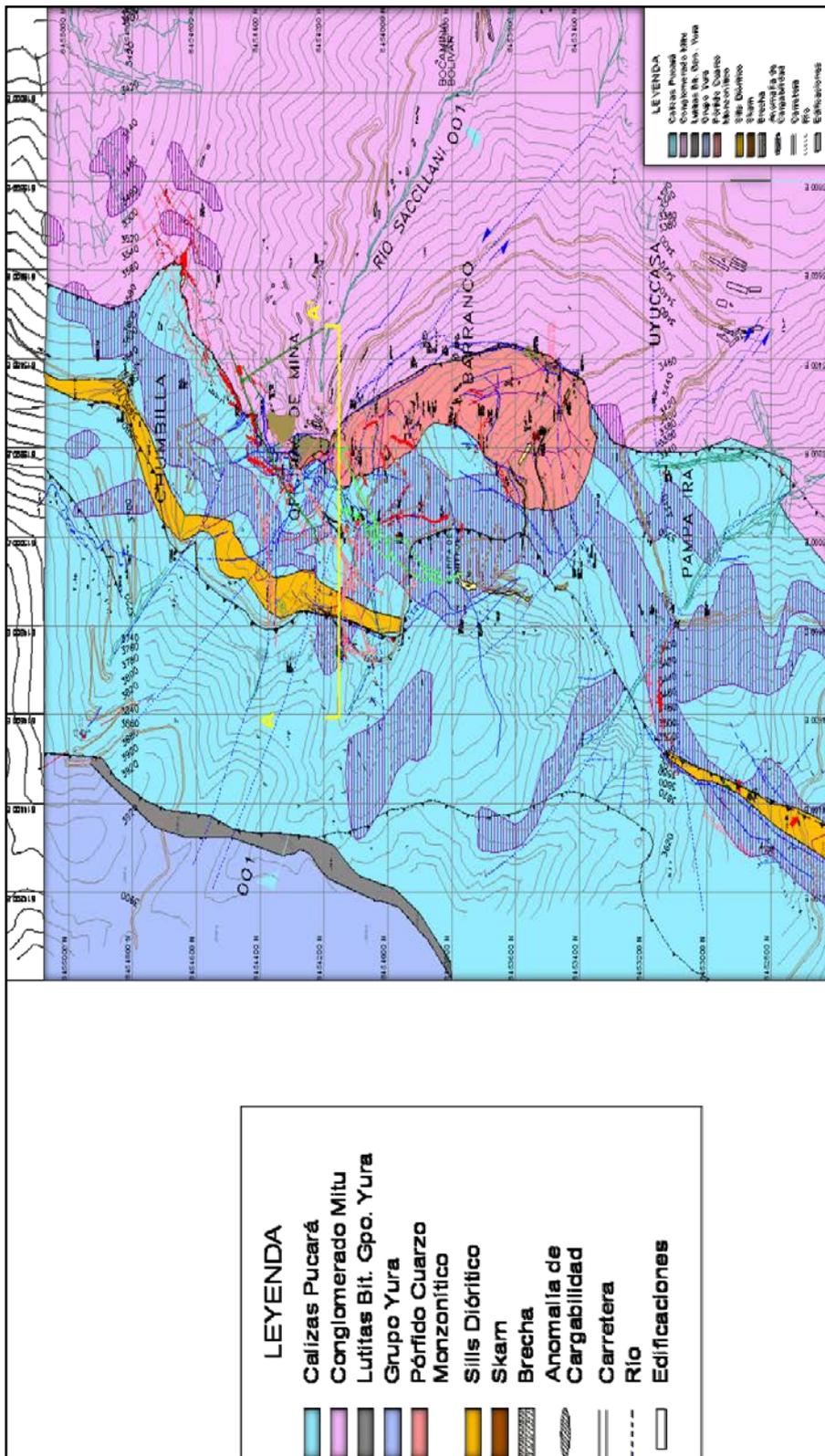


FIGURA 4 GEOLOGÍA

## **2.3. GEOLOGÍA LOCAL:**

Las principales unidades lito-estratigráficas que afloran en el área de la Unidad Minera están representados por el Grupo Chunumayo y las Formaciones Huacaña y Paire del Grupo Yura; estas unidades se encuentran parcialmente cubiertos por depósitos de origen coluvial y aluvial.

### **2.3.1. Formación Chunumayo**

Esta unidad tiene amplio desarrollo en el área de la Unidad Minera. Está constituido por calizas criptocristalinas en estratos de 0.40 hasta 1.00m de espesor, con intercalaciones delgadas de margas y calizas arcillosas. Las capas de calizas tienden a dividirse en lajas. Regionalmente las capas de esta unidad están conformando los flancos de una estructura anticlinal de orientación general NO-SE.

### **2.3.2. Formación Huacaña**

Esta unidad aflora en la parte alta de la cuenca de la quebrada Rajaure. Litológicamente está constituida en su base por una secuencia lutácea con algunas intercalaciones delgadas de areniscas cuarzosas y calcáreas, gradando hacia arriba a una secuencia constituida por areniscas calcáreas, margas y lutitas calcáreas. Hacia la parte alta predominan areniscas cuarcíticas dentro de las que se intercalan niveles delgados subordinados de lutitas y areniscas calcáreas.

### **2.3.3. Formación Paire**

Esta unidad lito-estratigráfica, aflora en la línea de cumbres del cerro Talavera, que a su vez constituye un sector de la divisoria de cuenca de la quebrada Rajaure. Litológicamente esta formación está representada por una secuencia calcárea constituida por calizas arenáceas en sus niveles inferiores y calizas arcillosas, con algunos horizontes de margas en su parte superior.

### **2.3.4. Depósitos Cuaternarios**

En el área de estudio se han desarrollado depósitos clásticos, en eventos ocurridos entre el Pleistoceno y Holoceno a los que se identifican como depósitos morrénicos, coluviales y aluviales.

### **2.3.5. Depósitos Morrénicos**

Estos depósitos se encuentran en la parte alta de la cuenca de la quebrada Rajaure, a partir de los 4,000 msnm aproximadamente. Está constituida por acumulaciones de arcillas y arenas aglutinando clastos heterométricos.

### **2.3.6. Depósitos coluviales**

Se encuentran depositados en las laderas de la quebrada Rajaure. Están compuestos por arenas, gravas, cantos y bloques angulosos a sub-angulosos aglutinados en una matriz arenosa, limosa o limoarcilloso.

### **2.3.7. Depósitos aluviales**

Constituyen los depósitos transportados por la corriente del río Rajaure y quebradas laterales, ocupando el fondo o lecho del valle. Litológicamente están compuestos por gravas arenosas, gravas limo-arenosas con cantos y bloques de bordes sub-redondeados a redondeados.

### **2.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL:**

El rasgo estructural más relevante que ocurre en el área del proyecto, está representado por una estructura anticlinal de orientación general NO-SE, afectando principalmente rocas de la Formación Chunumayo. El eje del anticlinal se desarrolla a lo largo del flanco izquierdo de la quebrada Rajaure prolongándose hacia el NO y SE.

Los más importantes rasgos estructurales presentes en el área de estudio en donde se ubica el área de la mina Catalina Huanta (Ayacucho) son: la fosa peruano-chilena, la dorsal de Nazca, la Cordillera Costanera, la Llanura Costera y la Cordillera Andina.

La fosa peruano chilena tiene la forma de un canal submarino que corre de manera paralela a la costa, desde el sur de Chile (Concepción) hasta Colombia, alcanzando en algunos puntos profundidades de hasta 6 km. La parte menos profunda se encuentra frente a la costa del departamento de Ica y es debido a

la presencia de la dorsal de Nazca. Esta dorsal es una cordillera oceánica de forma asimétrica que llega de manera perpendicular a la fosa.

La cordillera costanera está formada por estructuras que alcanzan alturas de hasta 1.500 msnm, estando paralela a la costa desde Arica (Chile) hasta Paracas (Ica) en donde desaparece para luego hacerse presente a la altura de la localidad de Illescas en Piura. Esta cordillera está constituida por rocas intrusivas y metamórficas con la presencia de fallas geológicas que discurren de manera longitudinal. En algunos puntos a lo largo de la costa, se observa la presencia de terrazas con geometría paralela a la costa, siendo estos testigos del continuo levantamiento andino como producto de los esfuerzos de compresión que controlan la deformación en el borde occidental de Perú.

La Llanura de la costa es una zona plana que se encuentra entre la Cordillera de la Costa y la Occidental, siendo una superficie moderada con alturas de al menos 1.500 msnm que en cada cierto tramo es interrumpido por ríos que drenan hacia la costa formando, en algunos casos, abanicos aluviales. El paisaje desértico que se presenta es debido al desarrollo de una intensa actividad eólica que va del mar hacia el continente facilitando el depósito de grandes cantidades de arena.

#### **2.4.1. Fallas activas del cuaternario**

El área de la mina Catalina Huanca se encuentra ubicada en zona andina; por lo tanto, existe un gran número de fallas del cuaternario que en los últimos cien años han dado origen a sismos de magnitudes moderadas que han producido daños importantes en las localidades cercanas a los epicentros, además de un número variado de muertos y heridos. En el mapa de fallas activas del cuaternario elaborado por el Servicio Geológico Americano (USGS, 2003) para el Perú se observa que en la zona de interés del estudio los sistemas predominantes son: Sistema de fallas de Ayacucho.

Agrupar a un gran número de trazas de falla con longitudes que varían entre 5 y 80 km, todas en su mayoría con orientación NO-SE paralela a la Cordillera de los Andes. Este sistema de fallas se ubica alrededor de la ciudad de Ayacucho, siendo en su mayoría de tipo normal con la presencia de algunas trazas de falla inversa otra de pequeña longitud con desplazamiento horizontal. Este sistema de fallas habría dado origen a la crisis sísmica ocurrida en dicha área en los años 1980 y 1981, con dos sismos de magnitudes 5.4 Ms que produjeron un gran número de réplicas.

Sistema de fallas de Huaytapallana

Considera dos trazas de falla del tipo inverso con longitudes que van desde los 5 a 60 km de longitud con una orientación NO-SE. Estas fallas se ubican en el borde occidental del nevado Huaytapalla en Huancayo y a 180, 200 km de la ciudad de Ayacucho en dirección NO.

Este sistema de fallas dio origen a dos importantes sismos en Julio y Octubre de 1969 (6.0Ms) que produjeron en el área epicentral intensidades del orden de IX con importantes niveles de daño en localidades cercanas a los epicentros. En la ciudad de Ayacucho los sismos fueron sentidos con intensidades de III; por lo tanto, no produjeron ningún tipo de daño en estructuras o en la población.

## **2.5. GEOLOGÍA ECONÓMICA:**

El tipo de yacimiento es hidrotermal (mesotermal) de relleno fisural (Vetas, Stock Work) y de reemplazamiento (Cuerpos y Cuerpos Manteados). La presencia de la falla Principal y N 55° E y buzamiento de 83° SE, controla el sistema de vetas, las mismas que conforman un gran cimoide, en cuyo extremo NE se juntan en una sola y en el extremo SW todas las vetas se abren en cimoides y colas de caballo, hasta las inmediaciones del contacto con las calizas Pucará; este contacto erosional y angular (zonas puntuales) con rumbo de N 10° Este y buzamiento de 30° NW, éste contacto comprende el Corredor Estructural con la falla inversa Oeste con el mismo rumbo y buzamiento sobre las calizas Pucará, en las cuales se observan evidencias de mineralización de reemplazamiento en calizas de gran Potencial en Recursos Minerales (Sistema Amandas) parcialmente explorado. En el contacto entre el intrusivo cuarzo monzonítico con las calizas Pucará se desarrollan fallas de mediana magnitud las cuales sirven como conducto para la mineralización Tipo stock work con intenso vetilleo.

### 2.5.1. Modelo geológico y tipos de mineralización

Con todos los trabajos de interpretación se han definido la presencia de tres tipos de mineralización, asimismo se puede concluir que se trata de un yacimiento de origen Epigenético con proceso hidrotermal de reemplazamiento, polimetálico, presentando en su Modelo Geológico 4 tipos de Mineralización:

A) Vetas Falla: (Principal, Lucero, Piedad, Rocío, Esperanza y Vilma):

Se desarrollan en contacto con conglomerado e intrusivo, los cuales consisten en fracturas rellenadas con metálicos y de anchos variables hasta de 5.0m, su mineralogía es simple con ensambles de galena argentífera-esfalerita-pirita y calcopirita en profundidad, gangas: cuarzo fluorita–rodocrosita y carbonatos.

B) Cuerpos Manteados: Desarrollados en Calizas y en conglomerados.

El cuerpo manteado Amanda se desarrolla en Calizas Pucará asociados a diques de cuarzo monzonítico con esfalerita-galena-calcopirita y gangas: pirita- rodocrosita-rodonita-calcita-alabandita.

C) Cuerpos: Desarrollados en conglomerados polimícticos calcáreos y silíceos del Mitú denominados Chumbilla - Nancy cuya mineralogía consiste en galena-esfalerita- calcopirita, ahora tenemos la presencia del cuerpo Doña María y al Oeste en Amanda 3 Techo y Luceros, como gangas presenta pirita-calcita-fluorita-rodocrosita y ojos de especuladita – hematina y alteración propilítica “retrógrada” de débil a moderada y algunos minerales que nos puedan indicar la presencia de un Skarn.

D) Tipo Stock Work: Keyko, que se desarrolla en el Stock intrusivo Cuarzo monzonita, consiste en un intenso fracturamiento relleno con galena – esfalerita y trazas de calcopirita, como gangas pirita y hematina – manganeso cerca de superficie.

Genéticamente es un yacimiento de alcance mesotermal, depositado en condiciones de presión y temperatura moderadas: 200° - 300° C.

### **2.5.2. Mineralogía**

El ensamble mineralógico está constituido por galena, esfalerita, calcopirita, cobre gris, enargita y ocasional marmatita entre los minerales mena, y fluorita, calcita rodocrosita, pirita, baritina, hematita y cuarzo como minerales de ganga.

### **2.5.3. Estructuras mineralizadas**

En la mina se reconocieron vetas, cuerpos manteados y tipo stock work. Entre las estructuras mineralizadas más importantes debemos destacar las siguientes:

#### **A) Veta Principal:**

Es la mayor de las estructuras vetiformes, la más uniforme y continua, con anchos que varían entre 0.30 a 5.00m. Controlada por una falla de rumbo del tipo de cizalla. Es una veta de Pb y Zn. presenta un relleno mineralizado del tipo rosario en una longitud de 600 m., con un plunge económico de - 30° de Noreste a Suroeste y de Niveles Superiores a Inferiores. Presenta un rumbo N55°E y buzamiento 83°SE.

Mineralógicamente consiste en galena, esfalerita y fluorita teniendo como cajas los conglomerados, y mayor proporción de esfalerita, moderada galena y escasa calcopirita y fluorita teniendo como cajas en tramos la monzonita y/o conglomerados.

En los niveles superiores tenemos concentraciones de galena argentífera y blenda rubia; en cambio en los niveles inferiores es notable la presencia de marmatita y calcopirita con contenidos auríferos.

#### **B) Veta Vilma:**

Esta veta no aflora y es un ramal de la veta principal cuya intersección se ubica en la cota 3,397, su rumbo es de N75°W y buzamiento 72°NW. Reconocida en 600m, controlada por el sobre escurrimiento Este en contacto con las calizas al SW.

Es una estructura también en cizalla, con potencias desde 0.10 a 2.20 m. con mayores distribuciones de galena sobre la esfalerita, además de la fluorita, la calcopirita y la hematita entre otras más.

Longitudinalmente presenta fuerte ramaleo del tipo cimoide, de significativa importancia económica.

#### **C) Veta Piedad:**

Es un ramal importante de la veta Principal, reconocida en una longitud de 680m (Nv. 3090) de rumbo N45°E y buzamiento 75°SE, con anchos mineralizados desde delgadas capas de panizo hasta 3.50m;

mineralógicamente consiste en galena, blenda, fluorita, piritita, calcopirita etc. Mayormente se emplaza en el intrusivo y se le ha reconocido hasta en 4 niveles.

**D) Veta Luz:**

Estructura reconocida en un tramo de 110 m. el Nv. 3050 (Gal. 281) está ubicada al piso de Amanda 5 y se comporta como un alimentador de esta, tiene rumbo promedio N85°E y buzamiento 84° al SE, con potencia de promedio de 2.00m. Y los minerales principales que contiene son la esfalerita y galena. En su proyección hacia abajo se aprecia un angostamiento; pero, se la debe explorar en los niveles inferiores.

**E) Veta Rocío:**

Estructura reconocida en dos niveles y en un tramo de 200m, ramal que se desprende de Piedad y está emplazada en el conglomerado Mitú. De rumbo N77°E y buzamiento 85°NW con mayores contenidos de zinc sobre el plomo. Es una veta angosta desde escasos centímetros hasta 0.90m. Se acompañan disseminaciones, y mineralizaciones en concreciones.

**F) Veta Lucero:**

En el lado Este, la veta Lucero es un ramal importante de la veta Principal, su mejor exposición geoeconómica se evidencia en el nivel

3050 y 3090, con más 300m de longitud, con un rumbo N88°E, S80° W buzamiento sinuoso sub vertical de 83°~85° SE a vertical, consiste en abundantes concentraciones de galena, esfalerita, calcopirita, pirita, hematita, etc. Son comunes los ramaleos y sigmoides, con los cuales forman cuerpos de hasta 5 m. Se emplaza en las calizas Pucará y en el conglomerado Mitú, con potencias de 0.40 a 1.60m.

Es evidente la existencia de un plunge hacia el SW en Lucero, mineralizando mucho más intensamente hacia el SW del yacimiento que el resto de las vetas.

*CUERPO LUCERO OESTE.*- Ubicado al Oeste de la veta Lucero, cerca al crucero 185, quizá producto de la Veta Lucero y ramales que vienen del Oeste, está emplazado en conglomerado reemplazando los clastos con presencia de esfalerita, marmatita, en forma de parches y de veta (alimentador) que ha permitido un reemplazamiento de la matriz, la cual es de composición arenácea calcárea, con presencia de minerales skarnizados. Aún falta reconocer la forma de su emplazamiento y su mineralogía hacia el Este.

#### **G)Veta Esperanza:**

Mayormente emplazada en el intrusivo, con potencias de 0.10 a 1.00m. Estructura delgada con mejores distribuciones de zinc sobre el plomo, de rumbo N46°E y buzamiento 82°SE. También es un cimoide de Principal hacia el SE y reconocida en 4 niveles.

**H) Veta Elisa:**

Es un ramal localizado al NW de la Veta Principal en el nivel 500, de rumbo N70°W y 73°NE de buzamiento, con una potencia de 0.35 m con abundante galena, esfalerita y fluorita bandeadas. Reconocida en un tramo de 18.00m. En la galería 340.

**I) Veta Rajo:**

Esta veta se ha trabajado intensamente en la época de los españoles, por su buena mineralización argentífera. Se le localiza hacia el extremo NE del Yacimiento denominado Chumbilla. Tiene un rumbo N35°E y buzamiento 83°SE, en un tramo de 200m. Se le viene explorando a partir del Nivel 3480 (Huayrachina).

**J) Tipo Stock Work Keyko:**

Es la estructura que sigue en importancia. Keyko es una estructura brechoide irregular, de reemplazamiento constituido por un enrejado de vetilleo con diferentes direcciones que atraviesan el Stock Subvolcánico riolítico de rumbo promedio N24°E y buzamiento 30°NE; presenta anchos mineralizados desde 0.20 a 12.00 m. consistente en galena, esfalerita y minerales de plata (Platas rojas) gangas pirita diseminada y en venillas, hematita, rodocrosita.

Estructuralmente correlaciona con la veta Principal en profundidad, y representa su ramificación al Suroeste y en altura.

**K) Cuerpo Nancy:**

Nancy es un cuerpo de reemplazamiento desarrollado en conglomerados polimicticos calcáreos y silicios del Mitú y en Calizas del Pucara (Nv. 3090) denominados Chumbilla - Nancy cuya mineralogía consiste en galena-esfalerita-calcopirita, como gangas pirita-calcita-fluorita- rodocrosita y ojos de especuladita – hematina y alteración propilítica “retrógrada” de débil a moderada. Se ubican cerca y en contacto con las calizas Pucará y su mineralización está relacionada a Fallas veta Principal, Lucero, etc. las cuales han servido como alimentadores, su rumbo predominante es de NS a N15° W y buzamiento de 23° ~ 35° al W – SW.

#### **L) Cuerpo doña María:**

Emplazado en el conglomerado Mitú emplaza en un paquete de arenisca con granos de cuarzo y cierta matriz calcárea - volcánica y hacia la cota 2900, con 5 taladros realizados desde el nivel 3090. La mineralización se emplaza subhorizontalmente y hacia el piso de Amanda 5.

La mineralización se presenta reemplazando clastos calcáreos una mineralogía con algunas facies de anfíboles y de piroxenos con, feldespatos, hematita retrógrada que nos pueden indicar la presencia de un Skarn.

**M)Cuerpo manteado Amanda:**

Es una mineralización de distribución irregular en las calizas Pucará, reconocido en los niveles 420 y 470 de San Martín, a 10 m al techo del Stock Work Keyko. Se le correlaciona con el Sistema de Cuerpos Manteados Amanda.

En la galería 010, nivel 420, se expone en un tramo de 30 m. con un rumbo de N33°E y 45°NW de buzamiento, y una potencia de 3.00 m, consistente en altas concentraciones de galena, esfalerita, hematita, pirita.

De la misma forma, se tiene al Oeste de Amanda 3 techo una concentración de mineral a manera de cuerpo emplazada en el conglomerado Mitú y parte de la caliza Pucará, con las características mineralógicas del cuerpo Oeste de Lucero, (se encuentran relativamente cerca), muy posible aprovechando una zona litológicamente favorable que presenta el conglomerado Mitú.

**N)Cuerpos manteados Amandas:**

Los Cuerpos Manteados Amandas son estructuras mineralizadas por reemplazamiento asociadas a entrampamientos estructurales por fallas y diques y diques sills de composición riodacítica – riolítica; ubicadas dentro de las calizas del Metalotecto Pucará dispuestos en forma de mantos sobre horizontes favorables (a Dic. 2009 se han definido los horizontes mineralizados Amanda, Amanda 1, 2, 3, 5 y 6). Se estima que se extienden aproximadamente 1600m, entre la falla Oeste con

rumbo N20°E y buzamiento al de 35° a 40°NW, y hacia el Este en contacto erosional con el grupo Mitú y parte con el intrusivo de composición riolítica en la zona Geográfica denominada Monteruyocc formando en corredor estructural mineralizado de aproximadamente 400 metros de potencia con gran potencial económico. En superficie se observan afloramientos de óxidos de Manganeso (psilomelano) de norte a sur desde la zona geográfica denominada Chumbilla – Monteruyocc – Sayhuacucho y Lampaya.

Zona Chumbilla Doña Cata, Nivel 3585 se presentan afloramientos de óxidos de Manganeso, localmente alcanzan los 8m. En interior mina, nivel 3555, se le exploró en un tramo de 60m. con una potencia de 5m. y leyes de 2.60% Pb, 5.35% Zn y 3.60 Oz Ag, en una área de reemplazamiento y diseminación de sulfuros.

#### **2.5.4. Alteración hidrotermal:**

El grado de alteración es muy variable para cada una de las estructuras. Mayormente se observa silicificación, piritización y sericitación. En algunas es notable la hematización, propilitización (cloritización y epidotización); la cloritización de débil a fuerte y de niveles superiores a inferiores es muy clara en el Cuerpo Nancy 1 y en los cuerpos Manteados; asimismo se aprecian zonas de intensa caolinización, especialmente en las cajas del subvolcánico riolítico, en el Manto Keyko.

En el conglomerado Mitú se puede apreciar una Alteración retrógrada que nos da indicios de un Skarn de magnetita-piroxeno-anfíbol-esfalerita, así como relictos de piroxeno con esfalerita remanente y retrógrada con ensamble de la calcita-clorita-hematita en Lucero.

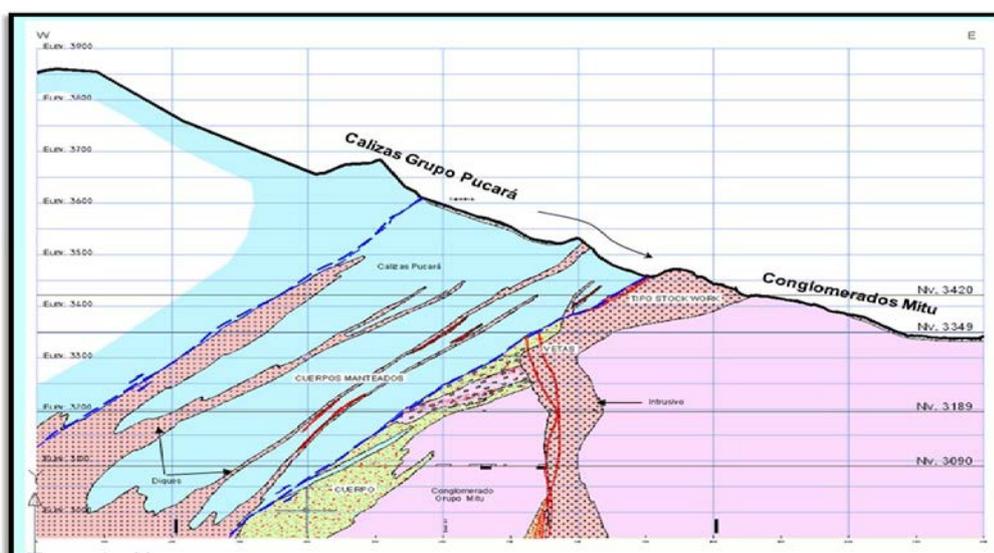


FIGURA 5 MODELO GEOLÓGICO CH  
Fuente: Departamento de Geología CH

## **CAPITULO III**

### **MINADO Y PLANEAMIENTO**

#### **3.1.METODOS DE MINADO**

##### **3.1.1. Corte y relleno ascendente en mantos:**

Para la preparación de este método, se definió la altura de los niveles principales que generalmente es 50 m, posteriormente se inicia con la construcción de una rampa auxiliar de sección 3.0 x 3.0 m y una gradiente de +13 %, hasta superar un desnivel de 7.50 m con respecto al piso inicial. A continuación se ejecuta una rampa de acceso al tajo (ventana) con gradiente de - 15% y una longitud aproximada de 30 m, que nos permite explotar 5 cortes del manto mineralizado que va desde 2.0 hasta 4.0 m de ancho, iniciando el desarrollo con dirección al manto hasta alcanzar una longitud aproximada 100 m; por último se prepara las chimeneas de ventilación y echaderos de mineral que corresponde para dar inicio a su explotación.

Durante un ciclo de operación se logra tonelajes entre 3,000 a 4,500 TM/mes en un en un tiempo neto de 15 a 20 días, el mismo que comprende la ejecución de los siguientes trabajos:

### **Perforación**

Se realiza de forma mecanizada empleando Jumbo con barra de 12 pies y broca de 45 mm, con perforación en breasting, con un espaciamiento de 1,4 m y burden de 1,1 m, manteniendo una inclinación horizontal, con un área de perforación promedio de 5,0 x 2,5 m. Al mes se perforan por tajo 350 a 500 taladros según el programa de producción mensual.

### **Voladura**

Para el carguío de taladros, se emplea la dinamita SEMEXA 65% 1 1/2x8 y ANFO, los accesorios utilizados son fanel, cordón detonante, carmex y mecha rápida.

### **Sostenimiento**

En los mantos "AMANDA" emplazados en las calizas Pucará, la roca se presenta entre Fracturado Regular (F/R-Tipo B), Fracturado Pobre (F/P-Tipo C) y Muy Fracturado Regular (MF/R-Tipo D) de acuerdo al sistema de clasificación GSI y equivalente a un RMR entre 45 a 65, para el que se estimó un tiempo de autosoporte de tres días a inmediato.

El tipo de refuerzo que se instala en los tajeos son pernos de fricción Split set de 7 pies con espaciamiento de 1,2 x 1,2 m más la instalación de malla electrosoldada.

### **Limpieza, acarreo y transporte**

Esta actividad se realiza con un scoop de 4,2 yd<sup>3</sup>, que transporta el mineral hacia las cámaras de carguío u ore pass, por un tiempo de 12 días por labor.

#### **A) Relleno y rebatido de acceso a un nuevo corte**

Concluido la limpieza de mineral, se rellena el tajo de forma mecánica con desmonte proveniente de labores en avances; con un ciclo de 5 a 7 días por tajo.

#### **B) Rebatido (pivoteo) del acceso**

Por último se realiza esta operación, una vez concluido el corte de las dos alas de explotación, para poder acceder al siguiente corte.

### **3.1.2. Corte y relleno ascendente en vetas:**

Para la preparación de este método, se definió la altura de los tajos o niveles principales, en 50 m aproximadamente, se continua con la ejecución de una rampa auxiliar con una sección de 3,5 x 3,0 m y una gradiente de +13%, hasta alcanzar un desnivel de 10,50 m con respecto al piso inicial; posteriormente se realiza una rampa de gradiente -15%, con una longitud de 35 m, que sirve de acceso al tajo (ventana) y nos permite explotar 7 cortes de 2,0 m cada uno. La veta tiene un ancho de 1,5 a 3,0 m, la longitud de tajeo aproximada es 100 m en dirección de la veta (zona mineralizada), terminando con la construcción de las chimeneas de ventilación y echadero de mineral, quedando preparado el tajo para su explotación. El ciclo de operaciones unitarias está desarrollado por los siguientes trabajos:

### **Perforación**

Se inicia con la perforación de una chimenea, que servirá como cara libre, se emplea una máquina perforadora jack leg con barreno de 8 pies y broca de 40 mm, se perfora en realce y en retirada, el primer corte de 100 m de longitud y un ancho de minado mayor a 1,50 m, acumulando taladros perforados, manteniendo una inclinación con respecto a la horizontal de 80°, con un espaciamiento de 0,70 m y burden de 0,70 m. La cantidad de taladros a perforar es de 490 aproximadamente, el mismo que es realizado en 7 días.

### **Voladura**

Para el cargado de taladros se utiliza, dinamita semexa 65% 7/8x7 (01 cartucho/taladro) y ANFO (1,50 kg/tal), los accesorios de voladura utilizados son fanel, carmex y mecha rápida, el mismo que es realizado durante 06 días,

### **Sostenimiento**

Las vetas en Catalina Huanca, poseen diversas competencias de acuerdo a la clasificación GSI, con presencia de un Fracturado Bueno (F/B), Fracturado Regular (F/R), Fracturado Pobre (F/P) y Muy Fracturado Regular (MF/R), los mismos que en RMR equivalen entre 50 y 75, por lo que el sostenimiento va desde una colocación puntual hasta una distribución sistemática de pernos de fricción Split Set de 5 pies, con un espaciamiento de 1,2x1,2 m y malla electrosoldada.

El tiempo de autosoporte estimado va de 5 a 15 días de acuerdo a la evaluación geomecánica y el tipo de roca.

### **Limpieza, acarreo y transporte**

La limpieza de mineral se realiza con un scoop de 2,5 yd<sup>3</sup>, transportando directamente hacia las cámaras de carguío, en un tiempo de 8 días.

### **Relleno y rebatido del acceso a un nuevo corte**

Con el primer corte del ala de trabajo, se da inicio al relleno utilizando material de desmonte, empleando un scoop de 2.5 yd<sup>3</sup> y Dumper, con una duración de la actividad de 04 días.

### **3.1.3. Cámaras y pilares con corte y relleno ascendente:**

Se emplea este método en cuerpos manteados que están formados dentro de las calizas, con un ancho aproximado de 4,0 a 12,0 m, con cámaras de 6,0 x 6,0 m y pilares de 4,0 x 4,0 m, seguido de la construcción de una rampa auxiliar con una sección de 3,5 x 3,0 m y una gradiente de +13 %, hasta superar un desnivel de 10,50 m con respecto al piso inicial, posteriormente se realiza una rampa de acceso al tajo (ventana) con gradiente -15% y 35 m longitud, permitiendo de esta forma explotar 7 cortes, atravesando el cuerpo mineralizado. El tajo es desarrollado en una longitud de hasta 150 m con dirección a la caja techo o a la caja piso, posteriormente se da apertura al arranque del mineral formando cámaras distribuidas de forma paralelas una de la otra a una distancia de eje a eje igual a 10,0 m, de sección 3,0 x 3,0 m.

Posteriormente se define el sistema de ventilación de la labor, el mismo que se integra a un circuito de desfogue ya establecido, que se va complementando con chimeneas conforme vaya ascendiendo el tajo.

El ciclo de operaciones unitarias está desarrollado por los siguientes trabajos:

### **Perforación**

Se realiza el desquinche para formar un pilar cuadrado de 4,0 x 4,0 m, logrando de esta forma las medidas de acuerdo al diseño establecido, de manera que la perforación se inicia en la intersección al cuerpo manteado. Se perfora en breasting de forma mecanizada con un equipo jumbo con barra de 12 pies y broca de 45 mm, con un área promedio de 5,0 x 2,5 m, con un espaciamiento de 1,2 m y burden de 1,0 m, manteniendo una inclinación horizontal. El rendimiento obtenido indica que para 1.500 tn rotas se tiene que perforar 190 taladros, el mismo que es realizado en 07 días.

La perforación en breasting convencional con un equipo Jack leg, con barrenos de 8 pies, y broca de 40 mm, con área promedio de 5,0 x 2,5 m, con espaciamiento de 1,0 m y burden de 0,8 m, manteniendo una inclinación horizontal. El rendimiento obtenido indica que para 1.500 tn rotas se tiene que perforar 330 taladros, el mismo que es realizado en 10 días.

### **Voladura**

Para los taladros realizados con Jumbo se emplea dinamita SEMEXA 65% 1 1/2x8 y ANFO (3.00 kg/tal), con accesorios de voladura fanel, cordón detonante, carmex y mecha rápida.

Para taladros convencionales, el cargado se realiza con dinamita SEMEXA 65% 7/8x7 (09 cartuchos/taladro) y accesorios de voladura Carmex y mecha rápida.

### **Sostenimiento**

Los cuerpos en Catalina Huanca, poseen diversas competencias de acuerdo a la clasificación GSI, con rocas de Fracturado Regular (F/R-Tipo B), Fracturado Pobre (F/P-Tipo C) y Muy Fracturado Regular (MF/R-Tipo D), los mismos que son equivalentes a un RMR entre 45 y 65, instalándose pernos de fricción Split Set de 7 pies, espaciados a 1,5 x 1,5m, 1,2 x 1,20m y 1,0 x 1,0m distribuidos sistemáticamente en triángulo complementados con malla electrosoldada de ser necesario.

El tiempo de autoporte estimado es de 3 días o en forma inmediata, de acuerdo a la evaluación geomecánica y el tipo de roca.

### **Limpieza, acarreo y transporte**

Para la limpieza de mineral se emplea un scoop de 4,2 yd<sup>3</sup>, transportando el mineral a las cámaras de carguío, empleando un tiempo de 5 días.

### **Relleno y pivotar el acceso a un nuevo corte**

Terminado el área del primer corte del cuerpo mineralizado, se inicia con el relleno detrítico y/o relave filtrado con scoop de 4,2 yd<sup>3</sup> y dumper para el traslado de material, con una duración de 7 días.

#### **3.1.4. Shrinkage en vetas:**

Se emplea este método en tajos con vetas angostas, iniciándose con una altura de 50 m entre niveles principales y con longitud aproximada de 50 a 70 m, para la extracción de mineral del tajo se prepara un By Pass paralelo a la galería sobre veta con una distancia de 10 m, se construye los draw points (ventanas) espaciados cada 10 m por donde se extrae el mineral. Posteriormente, se construye dos chimeneas caminos (sobre estructura) sirviendo de ventilación y acceso al tajo a medida que se continúe ascendiendo.

El ciclo de operaciones unitarias está desarrollado por los siguientes trabajos:

#### **Perforación**

La perforación se ejecuta de forma ascendente hasta llegar al nivel superior, retirando un tercio de parte de mineral roto, así de esta forma nos permita conservar la altura de corte. El personal de la labor trabaja con arnés sujeto a una línea de vida (cable de acero de  $\frac{1}{2}$  ó  $\frac{3}{4}$ ) que va anclado a la pared del tajo, como medida de seguridad.

Se inicia la perforación en realce considerando una de las chimeneas como cara libre y en retirada, con una longitud de 50 m y ancho de minado de 1,2 m, acumulando los taladros, el equipos utilizado es una Jack leg con barreno de 8 pies y broca de 40 mm, manteniendo una inclinación con respecto a la horizontal de  $80^\circ$ , con un espaciamiento de 0,6 m y burden de 0,5 m. el rendimiento de perforación es 300 taladros por 05 días.

### **Voladura**

El cargado de taladros se realiza con dinamita SEMEXA 65% 7/8x7 (01 cartucho/taladro) y ANFO (1,50 kg/tal), con accesorios de voladura carmex y mecha rápida, en un tiempo de 04 días.

### **Sostenimiento**

Las vetas en Catalina Huanca, poseen diversas competencias de acuerdo a la clasificación GSI se define como Fracturado Bueno (F/B), Fracturado Regular (F/R), Fracturado Pobre (F/P), Muy Fracturado Regular (MF/R) y los mismos que son equivalentes a RMR entre 50 y 75, por lo que el sostenimiento va desde colocación de puntales hasta la colocación de pernos de fricción Split Set de 5 pies distribuido de manera sistemática triangular hasta un espaciamiento de 1,2x1,2 mts más malla electrosoldada.

El tiempo de autosoporte estimado es de 5 a 15 días de acuerdo a la evaluación geomecánica y el tipo de roca.

### **Extracción, acarreo y transporte**

La extracción de mineral excedente, se ejecuta con scoop de 2,5 ó 4,2 yd<sup>3</sup>, transportando directamente hacia cámaras de carguío u ore pass, en un tiempo de 3 días.

#### **3.1.5. Sublevel stoping en vetas:**

Se emplea en vetas con cajas competentes con uniformidad vertical, con buzamiento mayor a 65°, con un ancho mayor a 15 m, longitud de tajo 50 m

y altura entre niveles principales de 50 m, posteriormente se construye subniveles intermedios de 15 m entre los principales, con una sección de 2,0 x 3,0 m. En el nivel base de extracción, se prepara un By Pass paralelo a la estructura mineralizada con una separación de 10 m, con sección de 3,5 x 3,5 m y gradiente de 0.7%, desde ahí se desarrolla cruceros o draw points hacia la veta, con sección de 3,0 x 3,0 m y espaciados cada 10 m entre sí.

El ciclo de operaciones unitarias está desarrollado por los siguientes trabajos:

### **Perforación**

La perforación se realiza en cada subnivel de forma radial, con un equipo denominado Colibrí, perfora taladros largos con una longitud de 15 m y diámetro 1½", en ambos subniveles se perforan chimeneas que sirven de cara libre, manteniendo la inclinación de la estructura, la malla tendrá un espaciamiento de 1,2 m y burden de 1,2 m. La cantidad de taladros a perforar por sección es según el ancho de la estructura y la perforación de todo un subnivel se realiza aproximadamente en 10 días.

### **Voladura**

Para el cargado de taladros se emplea dinamita SEMEXA 65% 1 1/2x8 y ANFO, con accesorios de voladura fanel, cordón detonante, carmex y mecha rápida. El ciclo de voladura es de acuerdo al requerimiento de producción.

### **Sostenimiento**

La clasificación GSI del macizo rocoso corresponde a un Fracturado Bueno (F/B), Fracturado Regular (F/R), los mismos que son equivalentes a un RMR

entre 60 y 70, para los que corresponden sostenimientos desde colocación puntual hasta una distribuido sistemática triangular de 1,8 x 1,8 m de pernos de fricción Split Set de 5 y 7 pies.

El tiempo de autoporte estimado es de 3 meses de acuerdo a la evaluación geomecánica y al tipo de roca.

### **Extracción y transporte**

La limpieza se realiza por los cruceros del nivel inferior, se procede a extraer el mineral con el scoop de 4,2 yd<sup>3</sup>, transportándolo al ore pass, por un tiempo de 10 días aproximadamente.

### **Relleno**

Se realiza el relleno terminada toda la extracción, para mantener el equilibrio del macizo rocoso por razones de seguridad y medioambientales.

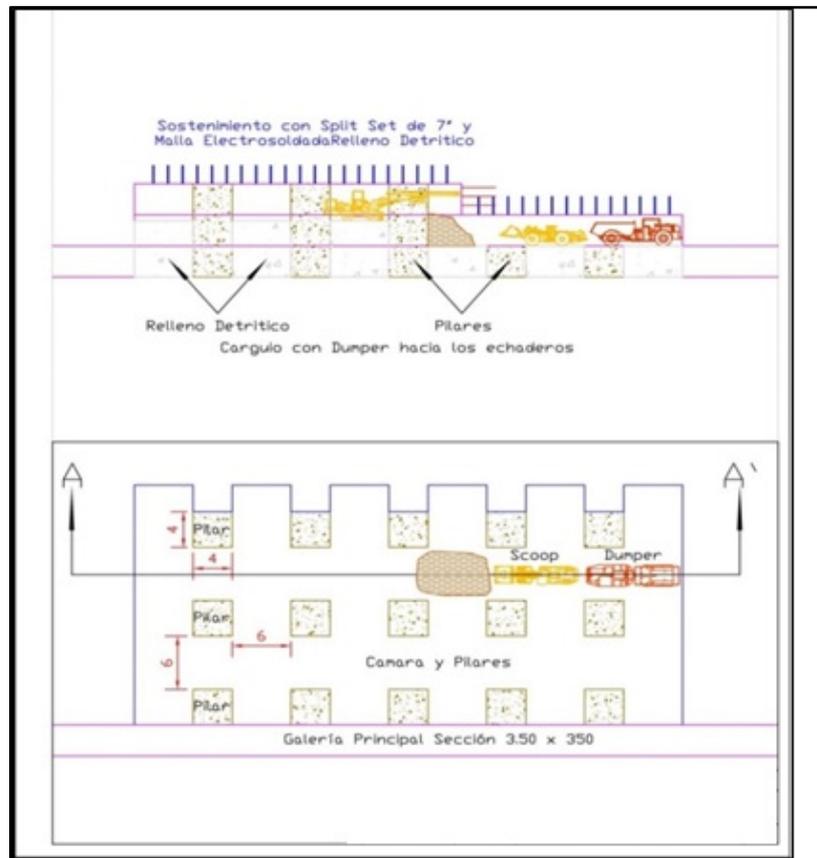


FIGURA 6 CAMARAS Y PILARES MECANIZADO

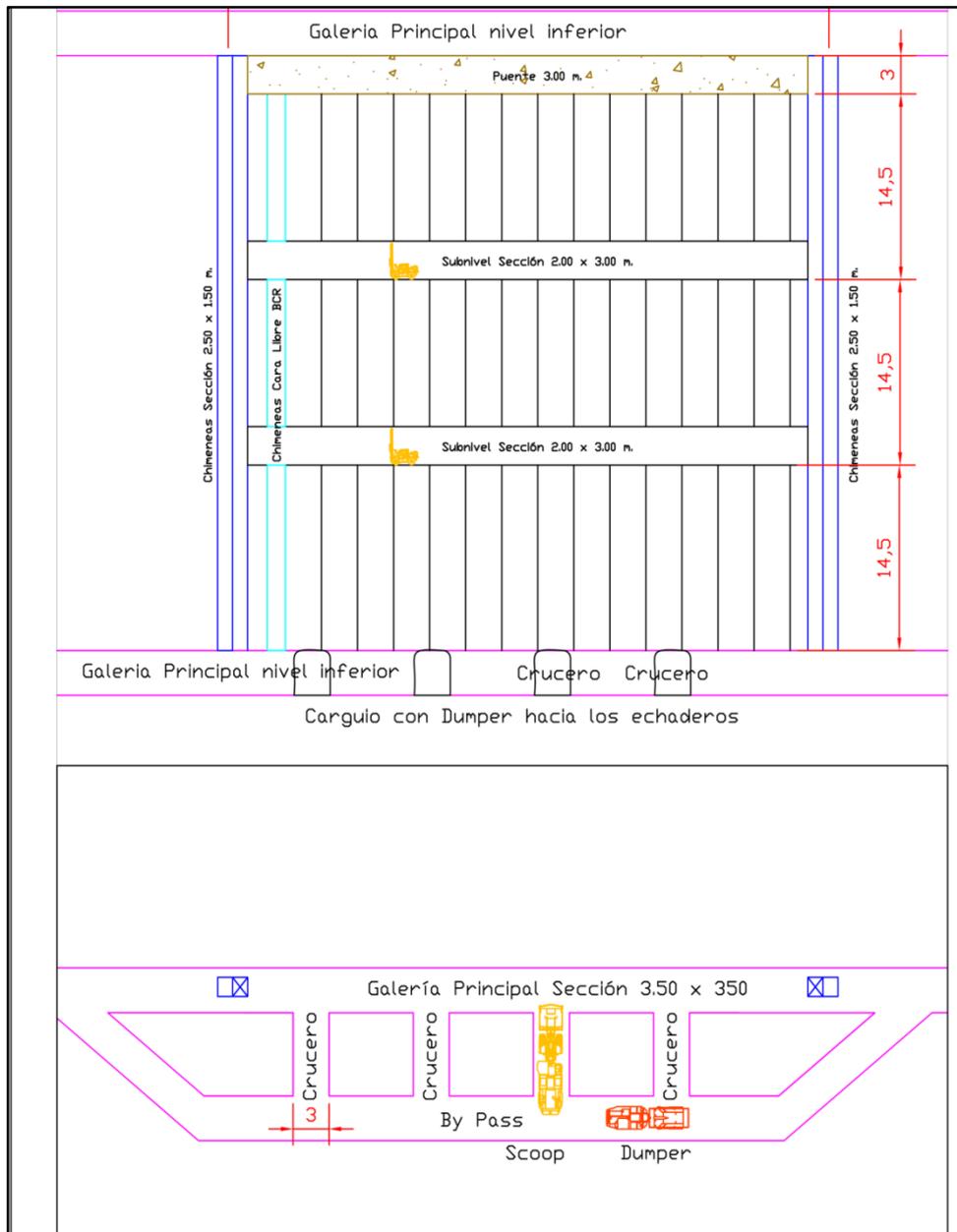


FIGURA 7 SUBLEVEL STOPPING EN VETAS

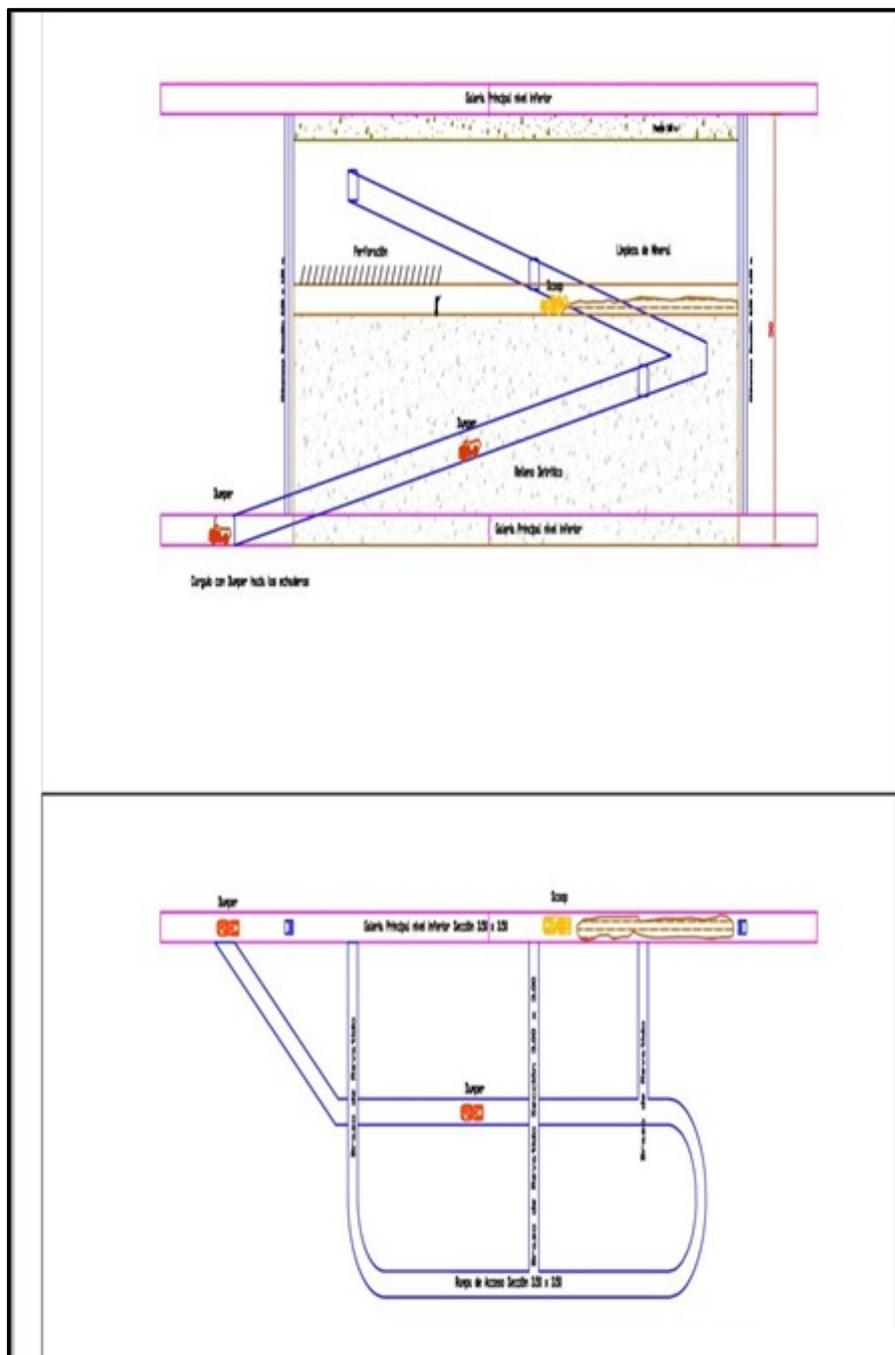


FIGURA 8 CORTE Y RELLENO MECANIZADO EN VETAS

### **3.2. PLANEAMIENTO DE MINADO**

El planeamiento de minado tiene como propósito fundamental proyectar la vida de una mina a través del tiempo, no sólo en una dirección sino buscando nuevos caminos y adaptando su existencia a los múltiples cambios que se van dando, principalmente en la variación de precios de los metales y para ello va estableciendo que volumen de mineral, de qué lugar y en qué momento extraerlo, con la finalidad de mantener una producción económica continua, ya sea mensual, anual y a largo plazo.

Es conocido que el planeamiento se realiza a corto, mediano y largo plazo, en donde a corto plazo se entiende un planeamiento para un mes y unos pocos meses más, a mediano plazo se considera desde un trimestre hasta un año, a largo plazo desde el primer año hasta la culminación de las reservas. El planeamiento a mediano y largo plazo generalmente involucra utilizar reservas probadas y probables, el solo hecho de utilizar reservas probables, el planeamiento a mediano y largo plazo presenta cierta incertidumbre de cumplimiento, siendo necesario su revisión periódica.

#### **3.2.1. Planeamiento de minado a largo plazo:**

El planeamiento a largo plazo es el primer plan que se realiza desde el inicio de las operaciones, y su alcance comprende la extracción de la totalidad de las reservas. Esta extracción debe ser expresada en producción por años, describiendo la secuencia de extracción, el volumen y ubicación. Estos planes

están relacionados a la capacidad anual de procesamiento del mineral que se cuenta predefinida en Planta Concentradora.

### **3.2.2. Planeamiento de minado a mediano plazo:**

El planeamiento de minado a mediano plazo, se realiza para períodos trimestrales hasta llegar a un año de producción proyectada. Los resultados de este planeamiento deben mantener relación con la geometría del planeamiento del año definido en el Largo Plazo. Con información del modelo de bloques se definen sólidos (o volúmenes) geométricos por blocks que contengan ley, tonelaje de mineral y tonelaje de desmonte. El tamaño de estos sólidos es muy variable y depende de la continuidad y calidad de la mineralización. Definido el lugar a donde llegar para encontrar el mineral de interés, la geometría de los sólidos o volúmenes deben mantener como prioritarios las facilidades de acceso de los equipos en las operaciones mineras, y cumplir con los objetivos de producción de mineral.

### **3.2.3. Planeamiento de minado a corto plazo:**

El planeamiento de minado a corto plazo, se realiza para períodos mensuales, con información del modelo de bloques se definen sólidos (o volúmenes) geométricos por blocks, el tamaño y forma de estos volúmenes se adecuan a la calidad del mineral, es decir tonelaje de mineral, ley, tonelaje de desmonte. Como es de suponer el planeamiento a corto plazo no

es un proceso óptimo, aún no se ha creado un algoritmo que permita conseguir la optimización matemática y técnica de un planeamiento, es claro que el objetivo será de conseguir la máxima rentabilidad con mínimo costo, sin embargo la técnica aplicable pasa actualmente por análisis de múltiples opciones de extracción de mineral, consistente en una realizar una combinatoria de volúmenes de extracción, hasta lograr una secuencia de extracción de mineral que permita cumplir con la producción del mes y con las condiciones de operatividad minera.

## **CAPITULO 4**

### **MACIZO ROCOSO**

#### **4.1. CARACTERIZACION Y CLASIFICACION DEL MACIZO ROCOSO**

La caracterización y clasificación del macizo rocoso se obtuvo a partir de la recopilación de información in-situ, que está basada en el mapeo geológico-geotécnico de las labores mineras existentes, logeo geotécnico de las perforaciones diamantinas, mapeo de celdas, mapeo estructural de las fallas y discontinuidades.

Asimismo, para la investigación de laboratorio se realizaron una serie de ensayos de compresión simple, ensayos triaxial, propiedades físicas, elásticas, tracción y de corte, complementadas de mediciones in-situ con el uso de martillo Schmith.

La cuales nos describen sus características del macizo para luego realizar la clasificación Geomecánica de los tipos de rocas presentes en las labores subterráneas.

## **4.2. GEOLOGIA**

### **Litología**

En la Mina Catalina Huanca, están presentes rocas sedimentarias y subvolcánicas.

### **Conglomerados**

Los conglomerados rojos del Grupo Mitu conformado por clastos de cuarcitas, areniscas, calizas, lutitas y volcánicos, cementados en una matriz calcárea de color rojo violáceo.

### **Caliza**

Estas calizas son de grano fino a medio, de color gris a gris oscuras, con niveles de calizas bituminosas y algunos horizontes de calizas arenosas. Estas calizas hospedan mantos tipo Amanda.

### **Roca ígnea**

La presencia de rocas ígneas, está representada por rocas subvolcánicas, la primera, formada por diques y pequeños stocks y emplazadas en el contacto conglomerado Mitu y calizas Pucará, la segunda, se presenta

a manera de sills y se emplazan en las calizas del Pucará y en areniscas-calizas de la Formación Huacaña.

### **Mineralización**

La mineralización polimetálica de Zn, Pb, Ag (Cu) contenida en vetas, mantos, cuerpos y vetillas (irregulares), se emplaza tanto en conglomerados y calizas como en rocas subvolcánicas.

### **Geoestructuras**

El yacimiento se ubica en el flanco Este de un anticlinal, presentando fallamiento de orientación NW-SE escalonado y también fallamientos anti-andinos del tipo cizalla de rumbo N50°E, siendo la Veta Principal la estructura importante de este sistema, visible hasta una longitud de 600 m.

### **Agua subterránea**

En dónde ocurren mayores filtraciones es en las calizas, las mismas que están mayormente asociadas a la mineralización en mantos. Estas filtraciones son en forma de goteos intensos y pequeños flujos de agua. Esta presencia de agua, en los diferentes tipos de masas rocosas complican las condiciones de estabilidad de las labores mineras en mantos.

### 4.3. CARACTERIZACION DEL MACIZO ROCOSO

#### 4.3.1. Propiedades de Resistencia de la Roca Intacta

Para obtener las propiedades físicas, elásticas y de resistencia de la roca intacta, se realizaron una serie de ensayos de laboratorio de mecánica de rocas en los diferentes tipos litológicos, los mismos que fueron realizados en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos:

TABLA 4.1 ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE

<i>Muestra</i>	<i>Diámetro (cm)</i>	<i>Longitud (cm)</i>	<i>Carga (Kg)</i>	<i>Resistencia a la Compresión Simple (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Resistencia a la Compresión Simple (MPa)</i>
<i>CONG SILIC</i>	3.04	5.94	2300	315.95	30.96
<i>CALIZA F/R</i>	4.38	8.49	19800	1308.89	128.27
<i>F/P</i>	4.43	8.60	5800	374.88	36.74
<i>M/P</i>	3.06	5.96	3000	406.57	39.84

TABLA 4.2 ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICAS

<i>Muestra</i>	<i>Diámetro (cm)</i>	<i>Longitud (cm)</i>	<i>Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</i>	<i>Densidad Húmeda (gr/cm<sup>3</sup>)</i>	<i>Porosidad Aparente (%)</i>	<i>Absorción (%)</i>	<i>Peso Especifico Aparente (KN/m<sup>3</sup>)</i>
<i>CONG SILIC</i>	4.41	3.71	2.59	2.62	3.64	1.40	25.39
<i>CALIZA F/R</i>	4.41	1.71	2.86	2.87	0.84	0.29	28.09
<i>F/P</i>	4.41	4.06	3.23	3.26	3.35	1.04	31.66
<i>M/P</i>	3.05	5.26	2.94	2.98	4.11	1.40	28.79

TABLA 4.3 ENSAYOS DE TRACCIÓN DIRECTA

<i>Muestra</i>	<i>Diámetro (cm)</i>	<i>Longitud (cm)</i>	<i>Carga Rotura (Kg)</i>	<i>Resistencia a la Tracción (Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Resistencia a la Tracción (MPa)</i>
<i>CONG SILIC</i>	6.29	3.04	1800	59.93	5.87
<i>CALIZA F/R</i>	6.29	3.02	1900	63.68	6.24
<i>F/P</i>	6.28	3.01	2400	80.83	7.92
<i>MI/P</i>	3.03	1.53	700	96.13	9.42

TABLA 4.4 ENSAYOS DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

<i>Código</i>	<i>Muestra</i>	<i>Diámetro (cm)</i>	<i>Longitud (cm)</i>	<i>Carga (kg)</i>	<i>Confin.</i>	<i>mi</i>	<i>Angulo De Fricción Interno (°)</i>	<i>Cohesión (MPa)</i>
<i>CONG SILIC</i>	1	3.04	6.01	3170	2			
	2	3.04	6.06	3750	4			
	3	3.04	6.05	4400	6	9.23	37.76	8.40
<i>CALIZA F/R</i>	1	3.06	5.77	10285	2			
	2	3.05	5.96	10695	4			
	3	3.04	5.97	11060	6	4.82	31.97	35.96
<i>F/P</i>	1	3.05	5.82	3670	2			
	2	3.05	6.09	4485	4			
	3	3.04	5.97	5130	6	12.15	41.96	8.75
<i>MI/P</i>	1	3.04	6.01	4300	2			
	2	3.04	6.02	5270	4			

TABLA 4.5 ENSAYOS DE PROPIEDADES ELÁSTICAS

<i>Muestra</i>	<i>Diámetro (cm)</i>	<i>Altura (cm)</i>	<i>Modulo de Young (GPa)</i>	<i>Relación de Poisson</i>
<i>CONG SILIC</i>	<i>3.04</i>	<i>6.05</i>	<i>3.52</i>	<i>0.20</i>
<i>CALIZA F/R</i>	<i>4.40</i>	<i>8.54</i>	<i>9.76</i>	<i>0.34</i>
<i>F/P</i>	<i>4.41</i>	<i>8.11</i>	<i>5.00</i>	<i>0.21</i>
<i>MI/P</i>	<i>3.03</i>	<i>6.09</i>	<i>8.47</i>	<i>0.27</i>

#### 4.3.2. Propiedades de Resistencia de las Discontinuidades

Para obtener las propiedades de resistencia de la interface de la discontinuidad, se realizaron una serie de ensayos de corte en una superficie simulada en los diferentes tipos litológicos, los mismos que fueron realizados en la en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Estos resultados pueden ser utilizados de forma escalada para el análisis de falla a través de una discontinuidad o formación de cuñas.

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos:

TABLA 4.6 ENSAYOS DE CORTE DIRECTO

<i>Muestra</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Area</i>	<i>Angulo de Fricción Residual (°)</i>	<i>Cohesión (Kpa)</i>
<i>CONG SILIC</i>	<i>6.28</i>	<i>30.97</i>	<i>24.70</i>	<i>173.30</i>
<i>CALIZA F/R</i>	<i>6.29</i>	<i>31.07</i>	<i>26.80</i>	<i>65.00</i>
<i>F/P</i>	<i>6.29</i>	<i>31.07</i>	<i>29.60</i>	<i>168.00</i>

### 4.3.3. Propiedades de Resistencia del Macizo Rocosó

Las propiedades de resistencia del macizo rocoso difieren de la roca intacta, debido a que el primero presenta discontinuidades como diaclasas, fisuras, fallas, etc., siendo prácticamente imposible ejecutar ensayos de corte o de compresión triaxial en el mismo, a una escala apropiada.

Por esta razón, se han definido criterios de fallamiento del macizo rocoso a partir de los índices clasificación, siendo una de ellos el criterio propuesto por Hoek & Brown (1988), actualizado por Hoek, Carranza-Torres y Corkum (2002).

Este criterio toma en consideración la resistencia de la roca intacta y las constantes  $m_b$ ,  $s$  y  $a$ , las que se estiman en función de la estructura y la condición de las discontinuidades del macizo rocoso, estando representado por el índice de resistencia geológica GSI. La forma generalizada del criterio de fallamiento de Hoek – Brown es:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci} \left( m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + S \right)^a$$

Dónde:

$m_b$ ,  $s$  y  $a$  son parámetros que dependen de las características del macizo rocoso y cuyo cálculo se detalla más adelante.

$C_i$  es la resistencia a la compresión uniaxial de la roca intacta.

$\sigma'_1$  y  $\sigma'_3$  son los esfuerzos efectivos axial y de confinamiento principales respectivamente.

Los parámetros  $m_b$ ,  $s$  y  $a$ , se calculan mediante las siguientes fórmulas aplicables a macizos rocosos disturbados y no disturbados.

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right)$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right)$$

$$A = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left( e^{-\left(\frac{GSI}{15}\right)} - e^{-\left(\frac{20}{3}\right)} \right)$$

La variable  $m_i$  de la fórmula anterior es la constante de la roca intacta, en cual fue estimado mediante los ensayos triaxiales realizados en el laboratorio.

$D$  es un factor que depende del grado de alteración al cual el macizo rocoso está sujeto al daño por efecto de la voladura y relajación de presiones.

El valor del Módulo de Deformación ( $E_{rm}$ ) del macizo rocoso ha sido estimado también a partir de los valores de calidad del macizo rocoso, de acuerdo con fórmulas empíricas propuestas que se consignan a continuación:

$$E_{rm} = E_i \left( 0.02 + \frac{1 - \frac{D}{2}}{1 + e^{\left(\frac{(60+15D-6GSI)}{11}\right)}} \right)$$

Los parámetros de resistencia del macizo rocoso se estiman para cada caso específico, que posteriormente son utilizados para los cálculos y diseños geomecánicos.

#### **4.4. CLASIFICACION DE LA MASA ROCOSA**

Los criterios que se utilizan en Mina Catalina Huanca, para clasificar a la masa rocosa son el GSI (Hoek et.al., 1994-2002) y el RMR (Bieniawski, 1989). Según el criterio de Bieniawski, en general las características de calidad de la masa rocosa para los tres principales tipos de rocas son:

Los conglomerados silíceos son de calidad Regular A (IIIA RMR 51-60) y los conglomerados calcáreos tienen calidad Regular B (IIIB RMR 41-50). Estas rocas están mayormente asociadas a la mineralización en vetas.

Las calizas tienen comúnmente calidad Regular B (IIIB RMR 41-50), pero cuando están cloritizadas o tienen niveles bituminosos tienen mayormente calidad Mala A (IVA RMR 31-40); estas dos últimas calidades de masa rocosa están asociadas a la mineralización en mantos.

La roca sub-volcánica riolítica típicamente tiene calidad Regular A (IIIA RMR 51-60) y la roca sub-volcánica dacítica tiene calidad Regular B (IIIB RMR 41-50). La primera está asociada a la mineralización en vetas.

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (RMR)											
PARAMETRO	RANGO DE VALORES										Valoracion
	Valor Estimado										
R.COMPRE.UNIAX (Mpa)	> 250 (15)	100 - 250 (12)	x	50 - 100 (7)		25 - 50 (4)		<25(2) <5(1) <1(0)			4
RQD (%)	90 - 100 (20)	75 - 90 (17)		75 - 50 (13)	x	25 - 50 (8)		< 25		(3)	13
ESPACIAMIENTO (m)	> 2 (20)	0.6 - 2 (15)	x	0.2 - 0.6 (10)		0.06 - 0.2 (8)		< 0.06		(5)	8
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA	< 1m long (6)		1 - 3 m long. (4)	x	3 - 10 m (2)		10 - 20 m (1)		>20m (0)	4
	APERTURA	Cerrada (6)		<0.1 mm apert. (5)	x	0.1 - 1.0 mm (4)		1 - 5 mm (1)		> 5 mm (0)	4
	RUGOSIDAD	Muy Rugoso (6)		Rugoso (5)	x	Lig. Rugoso (3)		Lisa (1)		Espejo de Falla (0)	3
	RELLENO	Limpia (6)		Duro<5 mm (4)	x	Duro>5 mm (2)		Suave < 5 mm (1)	x	Suave > 5mm (0)	2
INTEMPERIZACION	Sana (6)		Lig. Intemp. (5)	x	Mod. Intemp. (3)		Muy Intemp. (2)		Descompuesta (0)	3	
AGUA SUBTERRANEA	Seco (15)		Humedo (10)		Mojado (7)	x	Goteo (4)		Flujo (0)	10	
VALORACION TOTAL RMR BASICO ( Suma de valoraciones 1 a 5 )											RMR BAC.
DIRECCION Y BUZAMIENTO	Muy Favorable	Favorable		Media		Desfavorable		Muy Desfavorable			
TUNELES	0	-2		-5		-10		-12			51
CLASE DE MACIZO ROCOSO											RMR A.J.
RMR	100 - 81	80 - 61		60 - 41		40 - 21		20 - 0			
DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA		III REGULAR		IV MALA		V MUY MALA			

FIGURA 9 RMR (Bieniawski 1989)



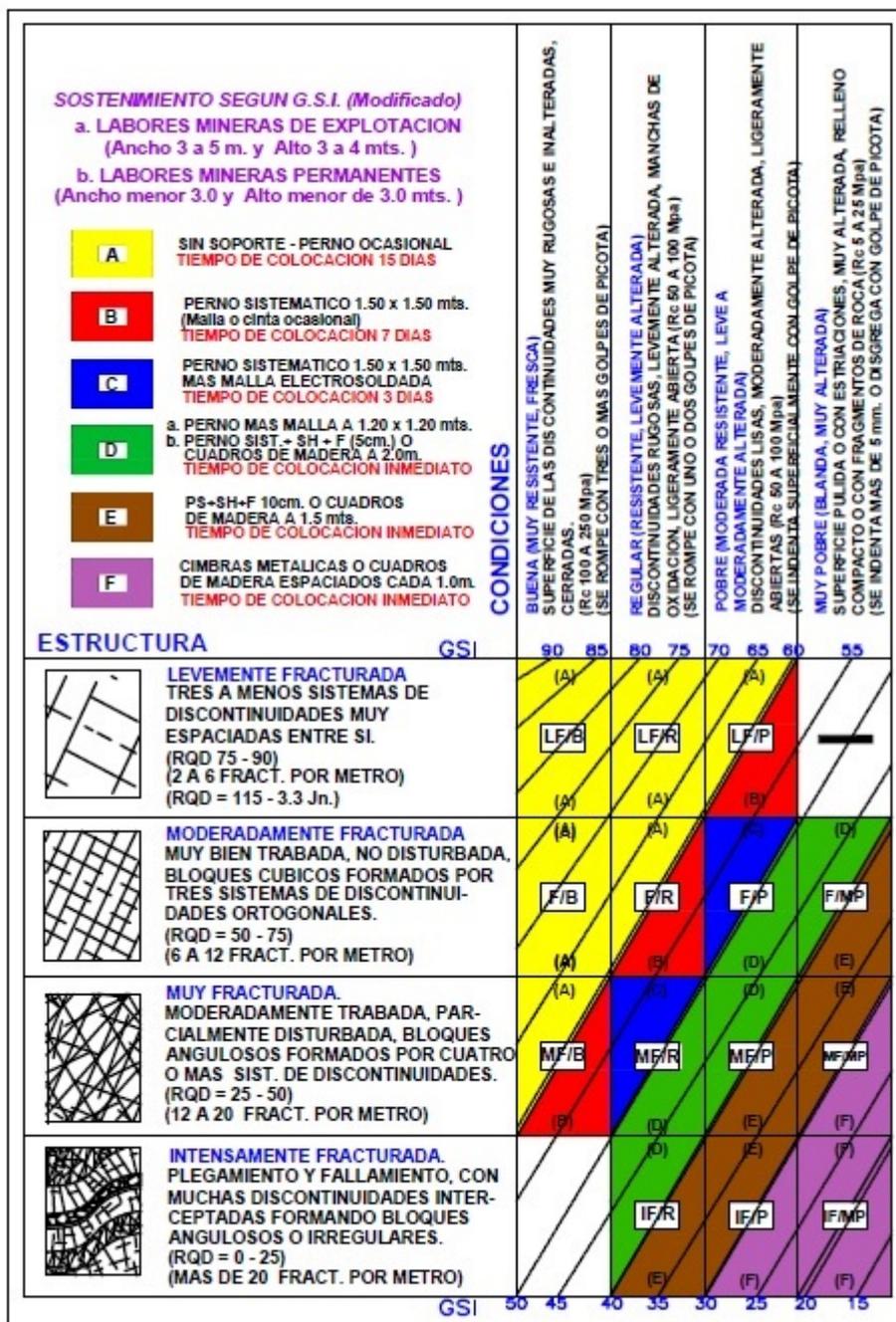


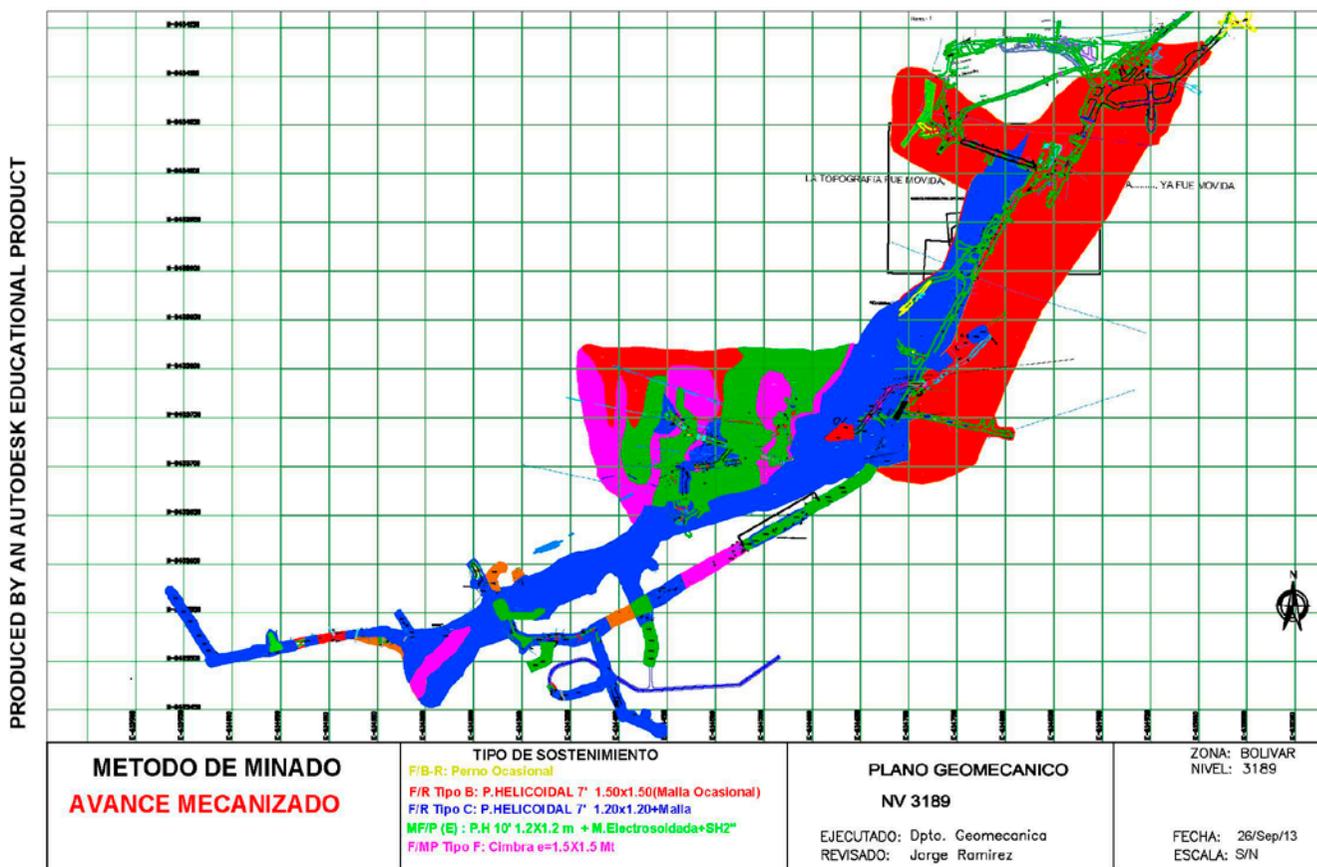
FIGURA 11 GSI MANTOS Y CUERPOS

#### **4.5. ZONIFICACIÓN GEOMECÁNICA**

De acuerdo con la clasificación geomecánica del macizo rocoso, dado por los diferentes métodos de cálculo de la mecánica de rocas, es necesario que la masa rocosa del yacimiento esté dividida en áreas de características estructurales y mecánicas similares, debido a que el análisis de los resultados y los criterios de diseño serán válidos solo dentro de masas rocosas que presenten propiedades físicas y mecánicas similares.

Dentro de estas propiedades, la litología, la alteración, el arreglo o modelo estructural de la masa rocosa y la calidad de la misma son consideraciones importantes a tomarse en cuenta para la zonificación.

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

FIGURA 12 PLANO GEOMECÁNICO NV 3189

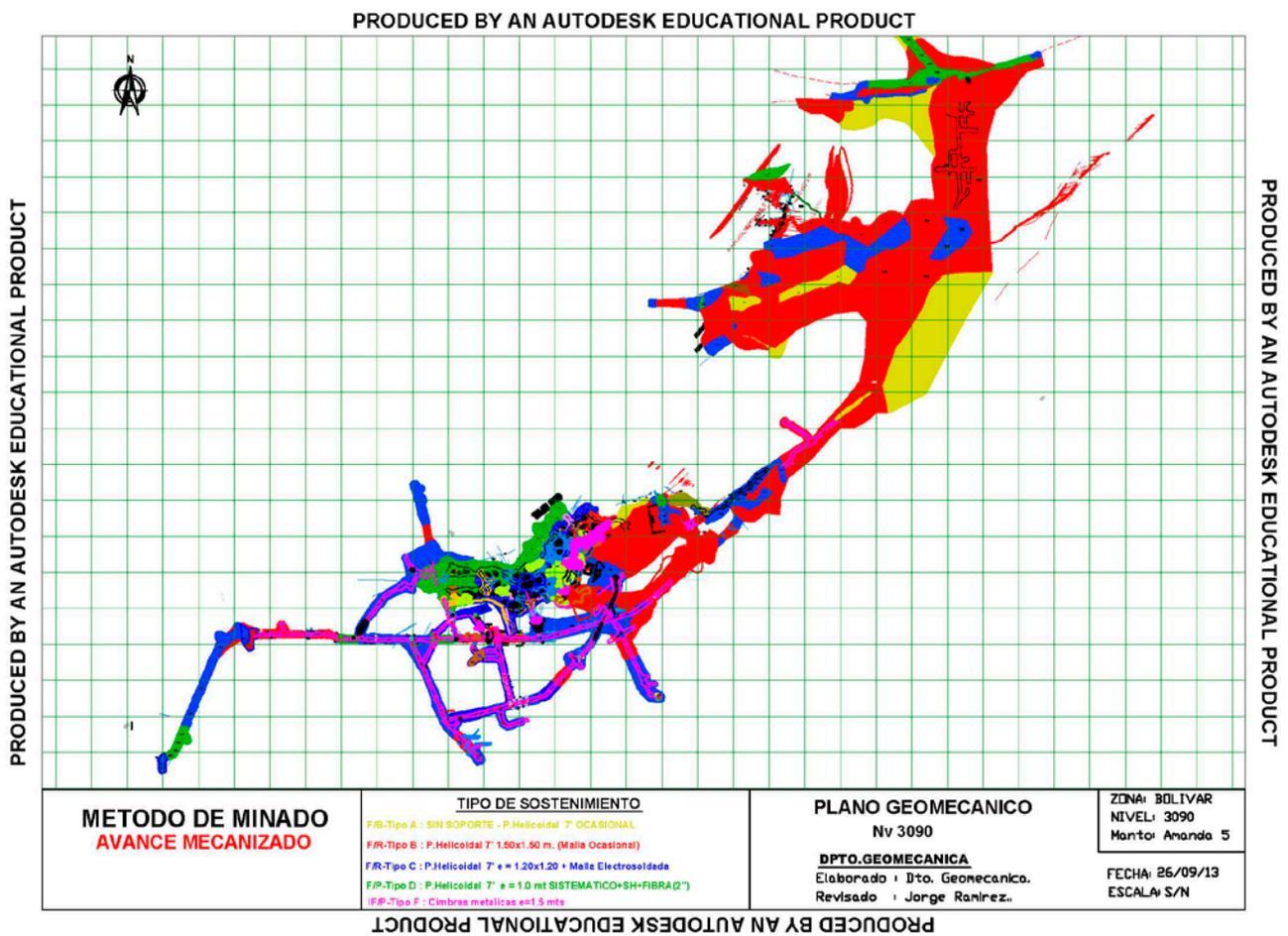


FIGURA 13 PLANO GEOMECÁNICO NV 3090

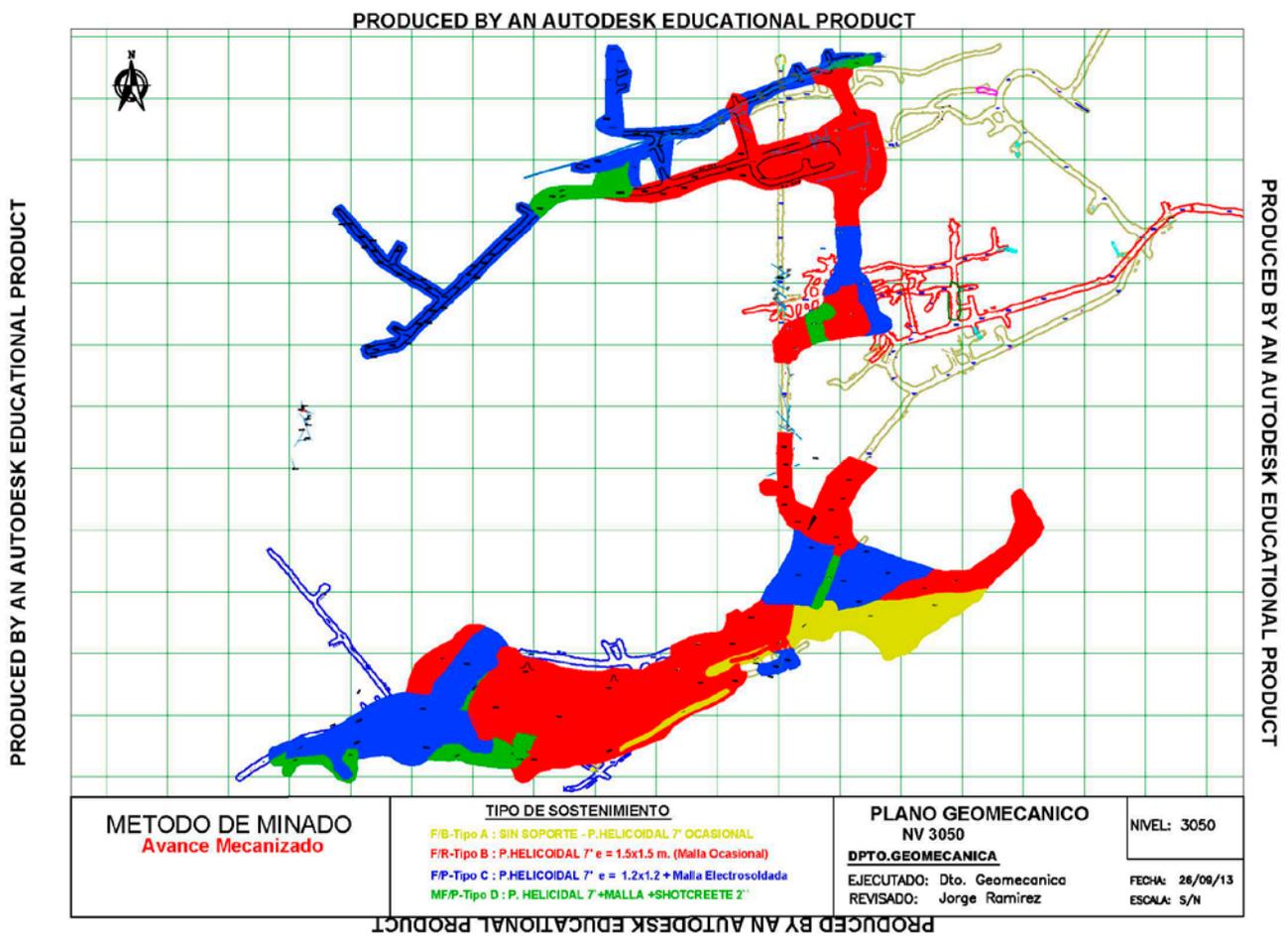


FIGURA 14 PLANO GEOMECÁNICO NV 3050

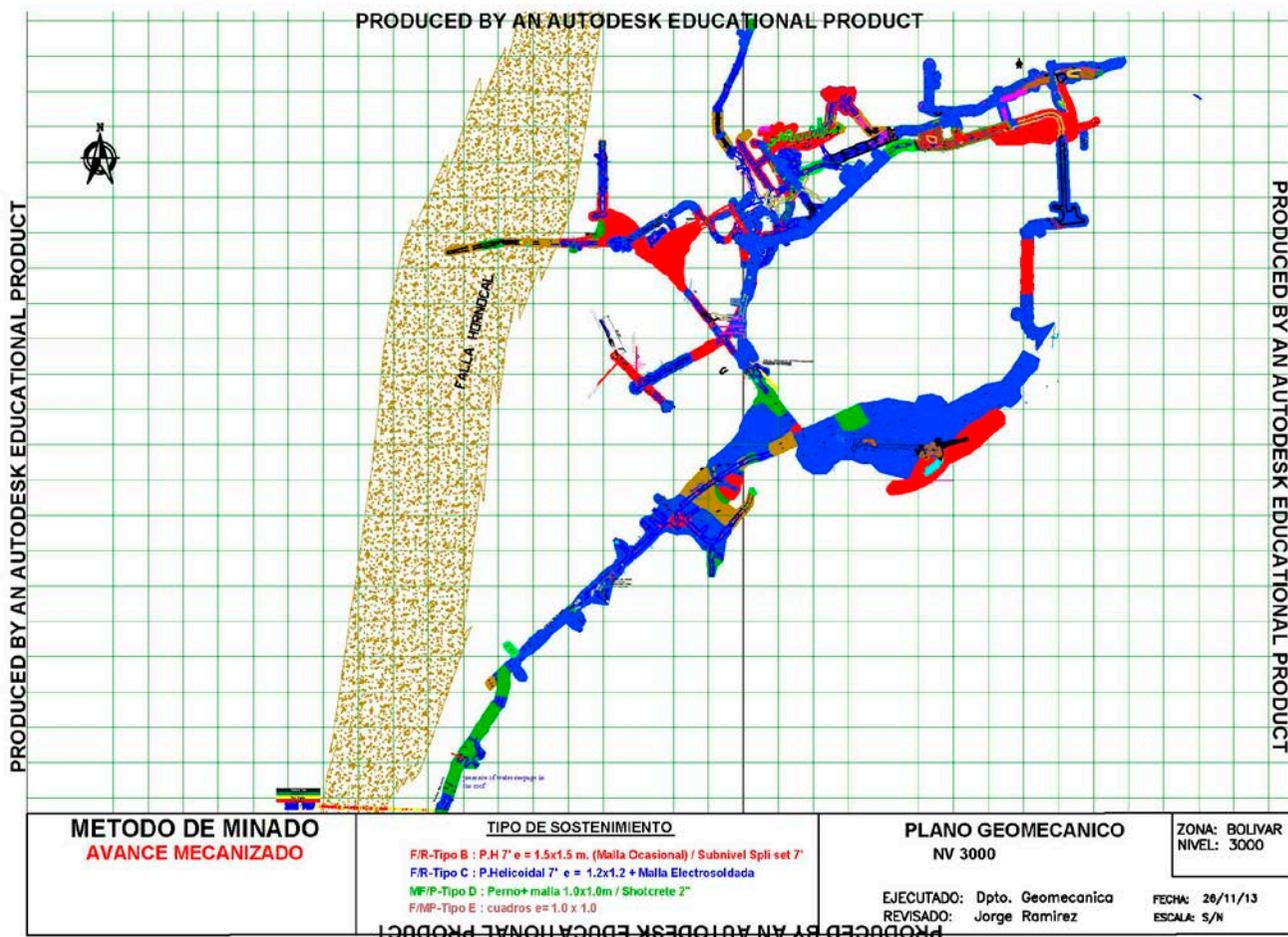


FIGURA 15 PLANO GEOMECÁNICO NV 3000

## **CAPITULO 5**

### **SOSTENIMIENTO MECANIZADO**

#### **5.1 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO**

Con el fin de mejorar el rendimiento en el sostenimiento de labores y continuar con la mecanización de la mina, se decide implementar en el mes de octubre un jumbo empernador (sostenedor).

En principio este jumbo estará destinado al sostenimiento de tajeos de producción y a corto plazo en labores de avance y desarrollo.

Para lo cual se implementó un equipo empernador enmallador de las siguientes características:

Modelo KS 4x4 articulado fabricado en acero A36

Motor Diesel DEUTZ E61 912W 100 HP

Transmisión Hidrostática

Velocidad de desplazamiento 6,5 Km/h en gradiente de 17%

04 gatos hidráulicos para estabilizar el equipo, los delanteros con extensión lateral.

Carrete de cable de alimentación de 440 V y 80 metros de longitud.

Techo protector de operador con extensión de 600 mm.

Tanque de aceite hidráulico de 50 gl.

Tanque de petróleo de 25 gl.

1,7 m de ancho, 1,9 m de alto y 11 m de largo

Peso de 10.400 Kg

Brazo modelo ET 2 de movimiento hidráulico con rotación de 360°.

Extensión de brazo de 900 mm y altura de levante de 4,5 m. Con un peso aproximado sin perforadora de 1.800 Kg.

Barra de perforación de 8 pies.

La columna de empanación consta de dos vigas, una de perforación y otra que inserta los elementos de sostenimiento; ambas vigas rotan en un eje central apoyado en la roca (stinger).

Cuenta a su vez con un brazo auxiliar para levante y colocado de malla electrosoldada.

Requiere como fuente de energía 60 Kw con bomba hidráulica REXROTH para martillo hidráulico de 15 Kw.

Cuenta con un sistema de perforación DCS 12 similar a los jumbos 281 de Atlas Copco.

## **5.2 PREPARACIÓN DE LABORES**

Antes de la llegada del equipo, en los tajeos de Catalina Huanca contábamos con secciones de 3.0 de ancho por 3.5 de alto. Con la llegada del empernador nuestras secciones debieron ser aumentadas a 4.0 de ancho por

4.0 de alto; esto para darle mayor versatilidad al empernador en el movimiento de sus dos brazos para el colocado de los elementos de sostenimiento tanto en corona como hastiales.

Al igual en los breastings, la bancada aumentó a 3.5 metros en relación a los 2.5 metros que requeríamos antes.

La secuencia de trabajo del empernador requiere la preparación de la labor a sostener. Para ello se sigue una secuencia previa:

Realizar el IPERC de labor, eliminando las condiciones inseguras.

Regado y desatado de área de trabajo.

Limpieza total del mineral con scoop.

Luego el empernador procede a realizar el sostenimiento respectivo y queda expedita para proseguir con el ciclo de minado diario.

### **5.3 IMPLEMENTACIÓN HAMMER BOLT**

La llegada del jumbo empernador a catalina Huanca se dio a finales del mes de setiembre, se habilitaron áreas de perforación en los tajeos y se obtuvo el siguiente rendimiento:

TABLA 5.1 OCTUBRE

SOSTENIMIENTO MECANIZADO (Jumbo Empernador)			
FECHA	Suma de SPLIT SET 7 (UN)	Suma de PERNO DE 7 (UN)	Suma de MALLA (MTS2)
25-sep	55		38
26-sep	21	10	55
27-sep	61		60
28-sep	40		79.2
29-sep	9	7	36
30-sep	28	7	60
01-oct	20		29
02-oct	40		68
03-oct	55		80
04-oct	57		75
05-oct	64		114
06-oct	69		116
07-oct	73		112
08-oct	75		125
09-oct	56		76
10-oct	77		110
11-oct	48		62
12-oct	120		199
13-oct	72		143
14-oct	65		122.75
15-oct	45		80.4
16-oct	26		18.28
17-oct	59		86.97
18-oct	75		129.6
19-oct	56		69.6
20-oct	112		158.4
21-oct	70		134.4
22-oct	116		153.6
23-oct	76		134.4
24-oct	96		122.4
25-oct	125		204
<b>Total general</b>	<b>1961</b>	<b>24</b>	<b>3052</b>

Se realizó el sostenimiento en los mantos Amanda, que como bien se mencionó en capítulos anteriores cuenta con un RMR entre 35 a 45, colocando un sostenimiento que consiste en Split set de 7 pies y malla electrosoldada de cocada 3" x 3".

Una de las deficiencias que se observó al momento de la implementación es que en el Tajo 290 (manto amanda) al igual que en el Tajo 280 (manto amanda) se contaba diariamente con dos a tres zonas a sostener o lo que era equivalente a colocar tres paños de malla y de ahí realizar labores de reforzamiento de sostenimiento; ya que el estándar es a lo más tener tres metros de distancia al tope sin sostenimiento.

Por lo que con el área de geomecánica se consideró sostener en una sola guardia, ya que el tiempo de autosoporte para este tipo de labores es de tres días, por lo que se iba a dejar sin sostener un sexto de este tiempo.

Lo que permitía ir a otras labores cercanas a colocar más sostenimiento o tener disponible el empernador en un solo tajo y evitar demoras en traslado de equipo a otras labores.

Es así que en el mes de Noviembre nuestro rendimiento se incrementa considerablemente, como podemos observar en la siguiente tabla.

TABLA 5.2 NOVIEMBRE

<b>SOSTENIMIENTO MECANIZADO (Jumbo Empernador)</b>			
<b>FECHA</b>	<b>Suma de SPLIT SET 7 (UN)</b>	<b>Suma de PERNO DE 7 (UN)</b>	<b>Suma de MALLA (MTS2)</b>
26-oct	59		96.00
27-oct	83		136.32
28-oct	43		68.34
29-oct	86		130.40
30-oct	98		117.66
31-oct	122		192.69
01-nov	122		158.86
02-nov	62		119.54
03-nov	101		122.06
04-nov	119		197.50
05-nov	82		123.60
06-nov	38		43.00
07-nov	117		203.20
08-nov	75		178.78
09-nov	119		181.95
10-nov	72		130.95
11-nov	101		170.48
12-nov	143		209.27
13-nov	110		144.80
14-nov	119		146.80
15-nov	135		166.29
16-nov	118		130.97
17-nov	93		140.36
18-nov	35		16.94
19-nov	126		139.20
20-nov	110		148.80
21-nov	142		172.80
22-nov	148		211.20
23-nov	102		132.76
24-nov	121		165.60
<b>Total general</b>	<b>3001</b>	<b>0</b>	<b>4297.12</b>

Colocandose 1.043 split set adicionales, a un promedio de 100 splits por día. Esto nos permitió liberar una a dos parejas de cada tajo. Ya que en principio se contaba con dos a tres parejas por tajeo, ahora sólo era necesaria una pareja que se dedique a preparar el área de sostenimiento (desate, cortado de malla, etc.) y otras labores propias del tajeo.

En Diciembre se continúa con el sostenimiento más se observa ciertas falencias en el abastecimiento de materiales (brocas provistas por la empresa Klef); pero aún así se tiene un avance considerable en el sostenimiento.

TABLA 5.3 DICIEMBRE

<b>SOSTENIMIENTO MECANIZADO (Jumbo Empernador)</b>			
<b>FECHA</b>	<b>Suma de SPLIT SET 7 (UN)</b>	<b>Suma de PERNO DE 7 (UN)</b>	<b>Suma de MALLA (MTS2)</b>
25-nov	66		91.20
26-nov	74		112.80
27-nov	79		100.45
28-nov	102		168.69
29-nov	80		96.88
30-nov	114		132.23
01-dic	133		185.49
02-dic	105		148.46
03-dic	100		149.32
04-dic	135		265.83
05-dic	31		51.20
06-dic	87		95.80
07-dic	87		138.86
08-dic	79		102.55
09-dic	140		186.20
10-dic	84		137.40
11-dic	94		93.10
12-dic	107		152.50
13-dic	128		170.00
14-dic	160		212.90
15-dic	58		113.30
16-dic	86		93.10
17-dic	79		93.60
18-dic	87		67.20
19-dic	44		52.80
20-dic	71		74.40
21-dic	126		160.80
22-dic	92		129.60
23-dic	89		108.00
24-dic	55		74.40
25-dic	105		129.60
<b>Total general</b>	<b>2877</b>	<b>0</b>	<b>3888.66</b>

A un promedio de 95 split sets por día y se continúa trabajando con una sola pareja en cada tajeo.

Ya para el nuevo año, establecido el empernador y el personal familiarizado con su uso se empieza a realizar los comparativos con el sostenimiento manual que se viene realizando en otras zonas de la mina. (tabla 5.4)

En el presente informe nos abocaremos a los tres primeros meses del año.

TABLA 5.4 COMPARATIVO ENERO

Comparativo de sostenimiento Mecanizado Vs Manual- ENERO_2013													
SOSTENIMIENTO MANUAL ( Jackleg)							SOSTENIMIENTO MECANIZADO (Jumbo Empernador)						
Fecha	Suma de Spli Set 5	Suma de Split Set 7	Suma de Pernos 5	Suma de Pernos 7	Suma de Pernos 10	Suma de M2 Malla	FECHA	Suma de SPLIT SET 7 (UN)	Suma de PERNO DE 7 (UN)	Suma de MALLA (MTS2)			
26-Dec	16	19	0	83	9	18.62	26-dic	62		88.8			
27-Dec	1	9	0	83	0	11.07	27-dic	49		77.83			
28-Dec	11	3	0	58	17	8.68	28-dic						
29-Dec	13	84	0	72	3	105	29-dic						
30-Dec	19	52	3	73	0	51.48	30-dic						
31-Dec	29	59	4	68	0	73.16	31-dic	59		101.49			
01-Jan	21	32	0	65	8	40	01-ene	88		129.72			
02-Jan	37	80	0	67	9	79.2	02-ene	89		134.4			
03-Jan	34	58	0	70	0	71.34	03-ene	106		152.69			
04-Jan	2	114	0	65	0	141.36	04-ene	70		124.12			
05-Jan	4	28	0	132	4	35	05-ene	90	6	130.41			
06-Jan	31	87	0	65	0	86.13	06-ene	77		113.95			
07-Jan	21	110	0	56	8	110	07-ene	123		157.38			
08-Jan	26	104	0	58	0	101.92	08-ene	119		180.58			
09-Jan	0	32	0	54	0	7.36	09-ene	105		148.24			
10-Jan	4	54	0	65	0	61.02	10-ene	114		161.948			
11-Jan	7	34	0	103	7	40.12	11-ene	96		141.2688			
12-Jan	9	49	0	80	0	60.27	12-ene	126		164.75			
13-Jan	0	30	0	93	0	37.2	13-ene	108		157.1			
14-Jan	47	9	0	54	0	8.37	14-ene	125		133.988			
15-Jan	33	3	0	60	0	8	15-ene	61		82.28			
16-Jan	4	15	0	62	0	14.85	16-ene	100		148.62			
17-Jan	28	47	0	93	0	53.11	17-ene	121		151.2			
18-Jan	10	106	8	97	10	125.08	18-ene	119		172.8			
19-Jan	14	58	0	72	0	71.34	19-ene	108		182.4			
20-Jan	11	6	28	64	0	7.2	20-ene	70		103.2			
21-Jan	19	23	0	86	0	27.14	21-ene	115		112.8			
22-Jan	10	132	0	72	0	162.36	22-ene	32		36			
23-Jan	21	3	0	63	0	7.374	23-ene	130		170.4			
24-Jan	29	16	3	83	0	23.472	24-ene	113		156.4			
25-Jan	25	27	8	92	0	26.73	25-ene	108	6	184.8			
Total genera	536	1483	54	2308	75	1673.956	Total general	2683	6	3799.5648			

En split sets colocados se tiene el siguiente comparativo. (tabla 5.5)

TABLA 5.5 COMPARATIVO SPLITS ENERO

TOTALES DE SOSTENIMIENTO POR TIPO	TOTAL	%
TOTAL DE SPLIT SET INSTALADOS (Sostenimiento Manual)	1483	36%
TOTAL DE SPLIT SET INSTALADOS (Sostenimiento Mecanizado)	2683	64%
Total general	4166	100%

Donde se observa que en sostenimiento que involucre split set y malla (en nuestro caso en los Tajos 290 y 280) el empernador tiene un mayor rendimiento.

Mas en el global (sostenimiento total de la mina) incluyendo labores de avances y desarrollo, el sostenimiento manual predominaba.

TABLA 5.6 TOTALES ENERO

TOTALES DE SOSTENIMIENTO	TOTAL	%
Convencional	4456	62%
Mecanizado	2689	38%
Total general	7145	1

El sostenimiento mecanizado representaba el 38% del sostenimiento general de la mina. (tabla 5.6)

La superintendencia en vista de que el empernador tenía un buen rendimiento, mas no se daba abasto con el total de tajeos (sólo se sostenía en mantos y no en los cuerpos) procede a implementar un equipo sostenedor adicional.

El mismo, que al igual que el primer empernador, que va a tener que adecuarse. Para el mes de febrero si bien el aporte del nuevo empernador

(EMINEC) es por debajo de los mil split set, si se ve una mejora en el rendimiento general del sostenimiento mecanizado.

TABLA 5.7 KLEF FEBRERO

<b>SOSTENIMIENTO MECANIZADO (Jumbo Empernador) KLEF</b>			
FECHA	Suma de SPLIT SET 7 (UN)	Suma de PERNO DE 7 (UN)	Suma de MALLA (MTS2)
26-ene	86		163.33
27-ene	97		150.74
28-ene	80		137.94
29-ene	58		96
30-ene	70		69.02
31-ene	126		157.79
01-feb	101		100.62
02-feb	88		131.08
03-feb	136		187.36
04-feb	76		121.48
05-feb	77		106.62
06-feb	105		96.6
07-feb	112		160.79
08-feb	141		200.7
09-feb	97		160.05
10-feb	61		87.77
11-feb	103		108.46
12-feb	93		129.38
13-feb	88		126.91
14-feb	109		140.35
15-feb	62		94.38
16-feb	121		179.08
17-feb	70		93.17
18-feb	71		72.6
19-feb	109		147.62
20-feb	108		181.5
21-feb	72	10	101.13
22-feb	68		103.66
<b>Total general</b>	<b>2585</b>	<b>10</b>	<b>3606.13</b>

TABLA 5.8 EMINEC FEBRERO

<b>SOSTENIMIENTO MECANIZADO (Jumbo Empernador) EMINEC</b>			
FECHA	Suma de SPLIT SET 7 (UN)	Suma de PERNO DE 7 (UN)	Suma de MALLA (MTS2)
26-ene	0		0
27-ene	0		0
28-ene	0		0
29-ene	0		0
30-ene	0		0
31-ene	0		0
01-feb	0		0
02-feb	0		0
03-feb	0		0
04-feb	0		0
05-feb	0		0
06-feb	0		0
07-feb	0		0
08-feb	0		0
09-feb	50	7	29.26
10-feb	55		87.78
11-feb	84		73.26
12-feb	67		108.32
13-feb	72		65.7
14-feb	58		93.02
15-feb	36		21.6
16-feb	28		50.01
17-feb	43		24.2
18-feb	58		58.66
19-feb	69		89.54
20-feb	64		72
21-feb	58		96.8
22-feb	88		114
<b>Total general</b>	<b>830</b>	<b>7</b>	<b>984.15</b>

Si bien el rendimiento del empernador de Klef disminuyo, se vio compensado con la implementación del nuevo empernador. (tabla 5.9)

TABLA 5.9 COMPARATIVO FEBRERO

Comparativo de sostenimiento Mecanizado Vs Manual- FEBRERO_2013										
SOSTENIMIENTO MANUAL ( Jackleg)							SOSTENIMIENTO MECANIZADO (Jumbo Empernador)			
Fecha	Suma de Spli Set 5	Suma de Split Set 7	Suma de Pernos 5	Suma de Pernos 7	Suma de Pernos 10	Suma de M2 Malla	FECHA	Suma de SPLIT SET 7 (UN)	Suma de PERNO DE 7 (UN)	Suma de MALLA (MTS2)
26-ene	27	55	0	22	0	59.4534	26-ene	86	0	163.33
27-ene	47	81	0	24	0	85.2352	27-ene	97	0	150.74
28-ene	47	68	0	31	14	74.3647	28-ene	80	0	137.94
29-ene	13	89	15	41	10	96.3742	29-ene	58	0	96
30-ene	21	93	0	40	0	108.2353	30-ene	70	0	69.02
31-ene	24	134	0	26	4	146.2634	31-ene	126	0	157.79
01-feb	69	105	0	32	0	114.7569	01-feb	101	0	100.62
02-feb	51	80	0	64	7	87.7589	02-feb	88	0	131.08
03-feb	6	42	0	28	0	45.374	03-feb	136	0	187.36
04-feb	34	86	0	47	0	78.7586	04-feb	76	0	121.48
05-feb	3	70	0	5	13	75.7865	05-feb	77	0	106.62
06-feb	10	77	0	11	17	89.374	06-feb	105	0	96.6
07-feb	22	73	0	33	0	85.9856	07-feb	112	0	160.79
08-feb	32	41	0	16	0	43.4765	08-feb	141	0	200.7
09-feb	24	45	0	0	0	52.4752	09-feb	147	7	189.31
10-feb	36	55	0	36	0	62.645	10-feb	116	0	175.55
11-feb	48	54	0	58	6	68.9465	11-feb	187	0	181.72
12-feb	3	40	0	49	0	54.7562	12-feb	160	0	237.7
13-feb	3	31	0	24	0	25.4763	13-feb	160	0	192.61
14-feb	5	48	0	39	0	58.2373	14-feb	167	0	233.37
15-feb	12	43	0	16	0	45.5674	15-feb	98	0	115.98
16-feb	0	60	0	28	0	60.4856	16-feb	149	0	229.09
17-feb	24	44	0	36	0	48.4745	17-feb	113	0	117.37
18-feb	2	52	0	22	0	50.2837	18-feb	129	0	131.26
19-feb	14	61	0	44	42	63.4852	19-feb	178	0	237.16
20-feb	44	54	0	38	26	64.2634	20-feb	172	0	253.5
21-feb	4	65	0	30	10	67.3745	21-feb	130	10	197.93
22-feb	0	54	0	110	0	55.2334	22-feb	156	0	217.66
<b>Total genera</b>	<b>625</b>	<b>1800</b>	<b>15</b>	<b>950</b>	<b>149</b>	<b>1968.9014</b>	<b>Total general</b>	<b>3415</b>	<b>17</b>	<b>4590.28</b>

En split sets colocados se tiene el siguiente comparativo. (tabla 5.10)

TABLA 5.10 COMPARATIVO SPLITS FEBRERO

TOTALES DE SOSTENIMIENTO POR TIPO	TOTAL	%
TOTAL DE SPLIT SET INSTALADOS (Sostenimiento Manual)	1800	35%
TOTAL DE SPLIT SET INSTALADOS (Sostenimiento Mecanizado)	3415	65%
<b>Total general</b>	<b>5215</b>	<b>100%</b>

Y se mejoró en el total del sostenimiento colocado en toda la mina; ya que el nuevo empernador se había destinado a los tajos 185, 186 y 187 (todos ellos cuerpos y cercanos entre sí).

TABLA 5.11 TOTALES FEBRERO

TOTALES DE SOSTENIMIENTO	TOTAL	%
Convencional	3539	<b>51%</b>
Mecanizado	3432	<b>49%</b>
<b>Total general</b>	<b>6971</b>	<b>100%</b>

Observándose que el sostenimiento mensual se mantiene en un aproximado de siete mil elementos; esta vez se incrementó el sostenimiento mecanizado en desmedro del sostenimiento manual estando casi a la par los dos tipos de sostenimiento. (tabla 5.11)

Para el mes de marzo, el nuevo empernador ya estaba adecuado a las labores a las cuales se les asignaba y se mejoró en el rendimiento del mismo. Realizando un sostenimiento mayor al mes anterior como se puede observar en las siguientes tablas.

TABLA 5.12 KLEF MARZO

<b>SOSTENIMIENTO MECANIZADO (Jumbo Empernador) KLEF</b>			
FECHA	Suma de SPLIT SET 7 (UN)	Suma de PERNO DE 7 (UN)	Suma de MALLA (MTS2)
23-feb	72		169.28
24-feb	73		91.96
25-feb	59		82.28
26-feb	18		21.94
27-feb	58		49.26
28-feb	113		163.2
01-mar			
02-mar			
03-mar	23	12	30.564
04-mar	88	10	120.36
05-mar	64	12	62.92
06-mar	94		125.06
07-mar	49		77.24
08-mar	66		78.92
09-mar	94		161.93
10-mar	52		118.27
11-mar	80		86.91
12-mar	121		167.05
13-mar	44		55.2
14-mar	90		141.11
15-mar	52		89.54
16-mar	54		72.02
17-mar	65		101.64
18-mar	110		132.84
19-mar	69	14	74.24
20-mar	53		75.02
21-mar	117		152.47
22-mar	103		60.5
23-mar	11		21.6
24-mar	56		100.8
25-mar	49		69.96
<b>Total general</b>	<b>1997</b>	<b>48</b>	<b>2754.084</b>

TABLA 5.13 EMINEC MARZO

<b>SOSTENIMIENTO MECANIZADO (Jumbo Empernador) EMINEC</b>			
FECHA	Suma de SPLIT SET 7 (UN)	Suma de PERNO DE 7 (UN)	Suma de MALLA (MTS2)
23-feb	43		91.2
24-feb			
25-feb	22		38.4
26-feb	36		57.6
27-feb	71		93.6
28-feb	57		127.72
01-mar	90		148.8
02-mar	67		82.29
03-mar	95		123.8
04-mar	90		135.98
05-mar	77		92.22
06-mar	101		149.27
07-mar	68		80.79
08-mar	70		75.6
09-mar	80		70.07
10-mar	71		66.96
11-mar	110		128.24
12-mar	67		73.75
13-mar	66		91.88
14-mar	73		96.34
15-mar	113		92.19
16-mar	47		54.97
17-mar	89		97.72
18-mar	37		53.24
19-mar	49		65.34
20-mar	75		135.52
21-mar	82		140.16
22-mar	63		94.18
23-mar	58		53.24
24-mar	76		119.12
25-mar	75		113.54
<b>Total general</b>	<b>2118</b>	<b>0</b>	<b>2843.73</b>

Se puede observar que el rendimiento del empernador Eminec se incrementó y en el comparativo también aportó. (tabla 5.14)

TABLA 5.14 COMPARATIVO MARZO

Comparativo de sostenimiento Mecanizado Vs Manual- MARZO_2013													
SOSTENIMIENTO MANUAL ( Jackleg)							SOSTENIMIENTO MECANIZADO (Jumbo Empernador)						
Fecha	Suma de Spli Set 5	Suma de Split Set 7	Suma de Pernos 5	Suma de Pernos 7	Suma de Pernos 10	Suma de M2 Malla	FECHA	Suma de SPLIT SET 7 (UN)	Suma de PERNO DE 7 (UN)	Suma de MALLA (MTS2)			
23-feb	29	56	0	59	4	45.6584	23-feb	115	0	260.48			
24-feb	0	61	0	20	0	68.51	24-feb	73	0	91.96			
25-feb	10	59	0	34	0	73.18	25-feb	81	0	120.68			
26-feb	0	8	0	7	0	12.564	26-feb	54	0	79.54			
27-feb	0	30	0	0	0	35.1254	27-feb	129	0	142.86			
28-feb	6	58	0	0	0	62.0154	28-feb	170	0	290.92			
01-mar	4	60	0	18	0	52.2654	01-mar	90	0	148.8			
02-mar	0	60	0	6	0	49.5687	02-mar	67	0	82.29			
03-mar	0	65	0	5	0	90	03-mar	118	12	154.364			
04-mar	0	56	0	0	0	48.945	04-mar	178	10	256.34			
05-mar	4	77	0	14	0	62.92	05-mar	141	12	155.14			
06-mar	4	67	28	35	0	117.13	06-mar	195	0	274.33			
07-mar	28	51	0	6	0	48.4	07-mar	117	0	158.03			
08-mar	28	41	0	26	0	55.2368	08-mar	136	0	154.52			
09-mar	18	66	0	0	0	55.6455	09-mar	174	0	232			
10-mar	9	70	0	19	0	65.34	10-mar	123	0	185.23			
11-mar	0	46	0	12	0	52.123	11-mar	190	0	215.15			
12-mar	0	42	0	6	0	48.465	12-mar	188	0	240.8			
13-mar	14	50	0	10	0	48.4	13-mar	110	0	147.08			
14-mar	13	52	0	23	0	85.456	14-mar	163	0	237.45			
15-mar	14	22	0	16	0	29.04	15-mar	165	0	181.73			
16-mar	5	22	5	0	0	41.14	16-mar	101	0	126.99			
17-mar	7	8	0	34	0	15.62	17-mar	154	0	199.36			
18-mar	13	75	0	42	0	98.546	18-mar	147	0	186.08			
19-mar	7	57	0	9	0	66.894	19-mar	118	14	139.58			
20-mar	5	113	0	21	0	150.264	20-mar	128	0	210.54			
21-mar	14	44	0	24	2	56.32654	21-mar	199	0	292.63			
22-mar	7	74	0	8	0	69.5654	22-mar	166	0	154.68			
23-mar	16	24	0	0	0	26.62	23-mar	69	0	74.84			
24-mar	17	20	0	0	0	26.1258	24-mar	132	0	219.92			
25-mar	13	61	2	23	0	88.9658	25-mar	124	0	183.5			
<b>Total general</b>	<b>285</b>	<b>1595</b>	<b>35</b>	<b>477</b>	<b>6</b>	<b>1846.05614</b>	<b>Total general</b>	<b>4115</b>	<b>48</b>	<b>5597.814</b>			

Se puede ver que ahora hay un mayor porcentaje de sostenimiento mecanizado respecto al sostenimiento manual. Ya que ahora se sostiene tanto en cuerpos como en mantos; es decir, se cuentan con más áreas de sostenimiento y sobre todo cercanas entre sí. (tabla 5.15)

**TABLA 5.15 COMPARATIVO SPLITS MARZO**

TOTALES DE SOSTENIMIENTO POR TIPO	TOTAL	%
TOTAL DE SPLIT SET INSTALADOS (Sostenimiento Manual)	1595	28%
TOTAL DE SPLIT SET INSTALADOS (Sostenimiento Mecanizado)	4115	72%
<b>Total general</b>	<b>5710</b>	<b>100%</b>

A su vez, al contar con labores de desarrollo cerca a los cuerpos explotados el emperador podía colocar sostenimiento en estas áreas. Con este promedio de rendimiento es el que se cuenta ahora en Catalina Huanca, estando próximos a implementarse en labores de avance y desarrollo.

**TABLA 5.16 TOTALES MARZO**

TOTALES DE SOSTENIMIENTO	TOTAL	%
<b>Convencional</b>	<b>2398</b>	<b>37%</b>
<b>Mecanizado</b>	<b>4163</b>	<b>63%</b>
<b>Total general</b>	<b>6561</b>	<b>100%</b>

En estos meses se incrementó el sostenimiento mecanizado y eso es lo que se busca en Catalina Huanca. Como se puede observar en la siguiente tabla resumen del sostenimiento total colocado en Catalina Huanca. (tabla 5.17)

**TABLA 5.17 RESÚMEN CONVENCIONAL – MECANIZADO**

	Enero	Febrero	Marzo	Promedio
<b>Convencional</b>	62.4%	50.8%	36.5%	49.9%
<b>Mecanizado</b>	37.6%	49.2%	63.5%	50.1%

Y si se compara sólo el sostenimiento colocado en tajeos (cuerpos y mantos) se observa un incremento considerable de split sets colocados con malla. Estando por encima de los cien split sets por día.

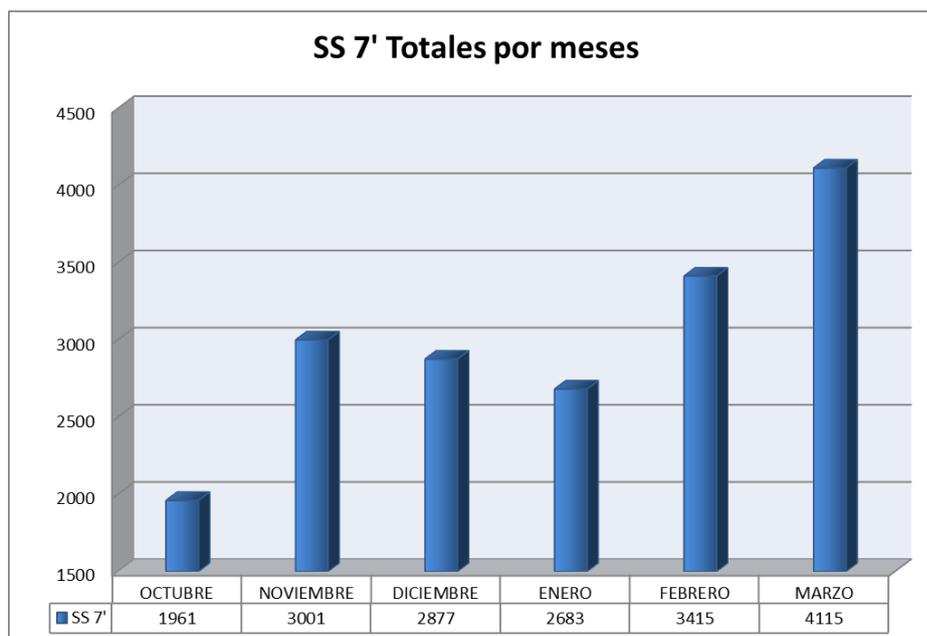
TABLA 5.18 RENDIMIENTOS TRIMESTRE 2013

	RENDIMIENTOS 1ER TRIMESTRE 2013					
	Enero		Febrero		Marzo	
	CONVENCIONAL	MECANIZADO	CONVENCIONAL	MECANIZADO	CONVENCIONAL	MECANIZADO
Spilt set/ Dia	49	101	64	122	51	133
m2 de malla/día	56	143	70	164	60	181

TABLA 5.19 SOSTENIMIENTO TOTAL TRIMESTRE 2013

Type of Support	Enero	Febrero	Marzo	TOTAL	porcentaje(%)
	número de split sets instalados				
Sostenimiento Convencional	1,483	1800	1595	4,878	32%
Sostenimiento Mecanizado	2,683	3415	4115	10,213	68%

TABLA 5.20 SPLITS TOTALES POR MESES



### 5.4 PRUEBA DE ARRANQUE

Se realizó una prueba de *pull test* en el tajo 280 con un split set de 7 pies colocado en uno de los astiales de la labor utilizando un equipo Enerpack,

La litología de la labor es de calizas con un RMR de 45 sin presencia de agua.

En la prueba se obtuvo una resistencia de 1,29 Tn/pie, 29 % adicional de la resistencia mínima requerida.

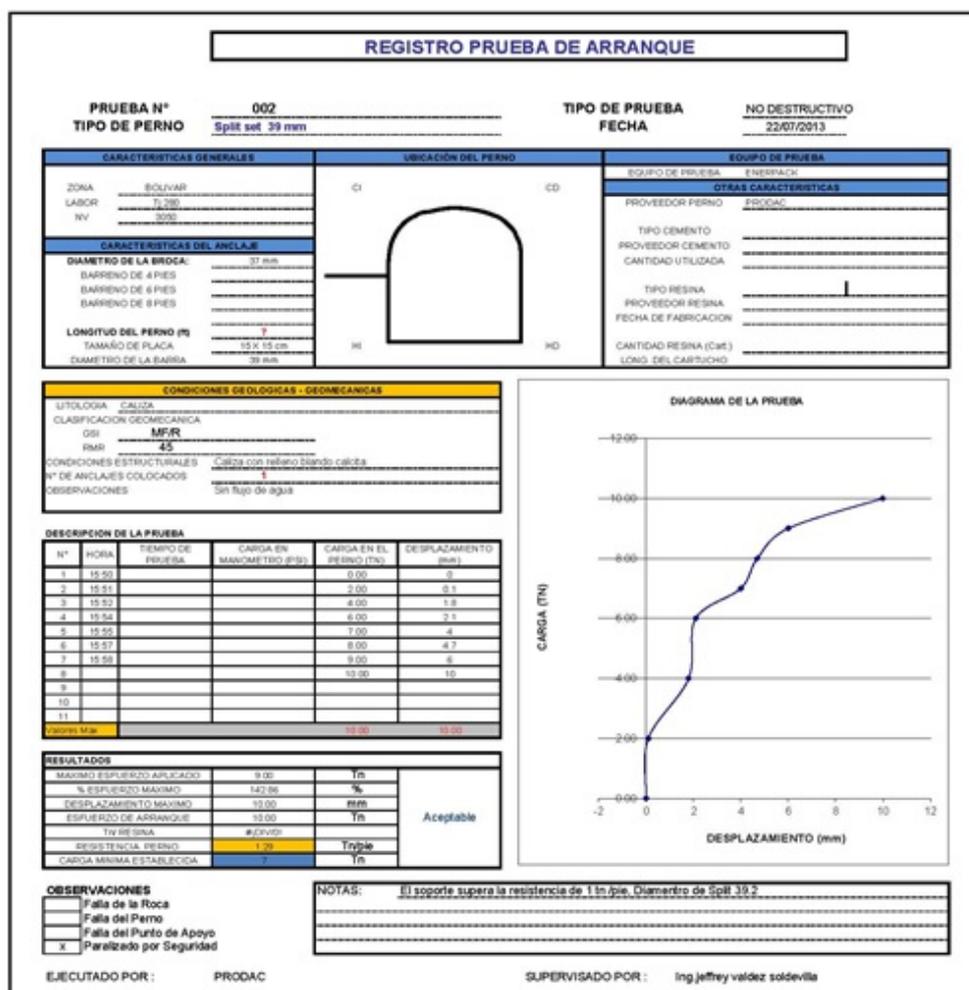


FIGURA 16 PRUEBA DE ARRANQUE

## CONCLUSIONES

- Hasta la fecha se obtienen buenos resultados con la implementación del jumbo empernador.
- El tener áreas habilitadas de sostenimiento es muy importante para un buen rendimiento del equipo
- Durante el primer Trimestre del año 2013, el sostenimiento mecanizado tuvo un rendimiento promedio de (119 Split set y 163 m<sup>2</sup> de malla /día) (Splits + malla).
- Hubo mejoras desde Febrero del presente año, ya que se está trabajando con dos jumbos empernadores, en los tajeos de Amanda y Mariela.
- Para mejorar la eficiencia y productividad de los jumbos se trabaja en secciones mínimas de 4m x 4m.

- Los Jumbos empernadores fueron usados en los Tajeos: 280, 290 (Amanda ), 185, 187 (Mariela), labores que aportan mayor volumen y ley de mineral.
- El rendimiento convencional con Jackleg (split set /persona) es de: 13,5 split set/persona.
- El rendimiento Mecanizado con Jumbo empernador es de: 29,75 split set/persona.

## RECOMENDACIONES

- Acondicionar el jumbo empernador para el colocado de pernos helicoidales.
- Se debería contar con una barra de 10 pies para el colocado de pernos helicoidales de dicha dimensión ya que puntualmente se requiere la instalación de dichos elementos de sostenimiento.
- Abastecer en los tajeos el material de sostenimiento necesario para la jornada del día a fin de que el empernador no pierda tiempo esperando el material.
- Acondicionar el total de labores de mina a la sección requerida por el empernador, ya no sólo tajeos sino también labores de avance.
- Contemplar un área de sostenimiento a primera hora, habilitadas por la guardia anterior para que el empernador tenga un área disponible y mejore su rendimiento.

- Evaluar el tiempo de autoaporte de las labores de avance a fin de optimizar el rendimiento del empernador.