

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA



**“RELLENO DE LABORES DE EXPLOTACION CON
MEZCLA DE RELAVE Y MATERIAL DETRITICO EN LA
MINA CATALINA HUANCA S.A.C.”**

TESIS

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

ELABORADO POR:

GUSTAVO JEREMY SALAZAR ACOSTA

ASESOR

ING AUGUSTO TEVES ROJAS

LIMA – PERU

2014

ÍNDICE

CAPÍTULO I INTRODUCCION	9
1.1 Antecedente	9
1.2 Objetivo	13
1.3 Formulación del Problema	13
1.4 Hipótesis	13
1.5 Metodología de la Investigación	14
CAPÍTULO II UBICACIÓN Y ACCESOS	15
2.1 Ubicación	15
2.2 Vías de Acceso a la Unidad	16
2.3 Concesiones Mineras y Planta de Beneficio	17
2.4 Generalidades	18
CAPITULO III GEOLOGIA	20
3.1 Geología Regional	20
3.2 Geología Local	22
3.3 Geología Estructural	33
3.4 Geología Económica	34
3.5 Geomorfología	35
3.6 Geodinámica Externa	36
CAPITULO IV HIDROGEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA	38
4.1.- CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS	38
4.1.1.- Cuenca	38
4.1.2.- Recopilación de Información In-Situ	39
4.1.3.- Balance Hídrico Conceptual De La Cuenca Mishca	40
4.1.3.1 Fisiografía y Drenaje	40

4.1.3.2	Balance Hídrico	41
4.2	ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS AGUAS	44
4.2.1	Validación de Datos	44
4.2.2	Calidad del Agua	44
4.2.3	Aguas Superficiales	44
4.2.4	Aguas Subterráneas	47
4.3	HIDROGEOQUÍMICA	47
4.3.1	Carga de Metales Pesados en el Río Mishca y Quebrada Sacclani	48
4.4	HIDROGEOLOGÍA	49
4.4.1	Unidades Hidroestratigráficas	49
4.4.2	Hidrogeología de la Mina	51
4.4.2.1	Recarga del Agua Subterránea	51
4.4.2.2	Controles Estructurales y Flujo de Agua Subterránea	53
4.4.2.3	Ecuación de Balance Hídrico en la Mina (Preliminar)	54
	CAPITULO V GEOMECHANICA DEL YACIMIENTO	56
5.1	INVESTIGACIONES DE CAMPO Y LABORATORIO	56
5.2	MODELO GEOMECÁNICO	56
5.2.1	Geología	56
5.2.1.1	Litología	57
5.2.1.2	Geoestructuras	57
5.2.1.3	Agua Subterránea	58
5.2.2	Macizo Rocoso	58
5.2.2.1.-	Propiedades de Resistencia de la Roca Intacta	58
5.2.2.2.-	Propiedades de Resistencia de las Discontinuidades	60
5.2.2.3.-	Calidad de la masa rocosa	61
5.2.2.4.-	Propiedades de Resistencia del Macizo Rocoso	62
5.2.3	Zonificación Geomecánica	63
5.2.4	Esfuerzos In-Situ	63

5.3	MÉTODOS DE MINADO	64
5.3.1	Corte y Relleno Ascendente	64
5.3.2	Cámaras y Pilares con Corte y Relleno Ascendente	65
5.3.3	Shirinkage en vetas	65
5.4	IMPLEMENTACIÓN DEL SOSTENIMIENTO	66
5.4.1	Labores mineras	66
5.4.1.1	Labores mineras del Nv. 3090	67
5.4.1.2	Labores mineras del Nv.3070	67
5.4.1.3	Labores mineras del Nv. 3050	68
5.4.1.4	Labores mineras del Nv. 3000	68
5.5	CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO	69
5.5.1	Orientación de Esfuerzos Pricipales.	69
5.5.2	Método de Fallas Conjugadas	69

CAPITULO VI PROGRAMAS DE AVANCES PRODUCCION Y DISEÑO DE LA MEZCLA DE RELAVE + DEMONTE 71

6.1.1	Programa de Avances Lineales anual y Programa de Producción Anual	71
6.1.2.	Necesidad de Relleno	75
6.1.3	Balance Metalúrgico	75
6.2	ANTECEDENTES	76
6.2.1	Diseño de la mezcla de relave + Desmonte	78
6.2.1.1	Procedimiento de Laboratorio por la Empresa Consultora Especializada	79
6.2.1.2	Proceso de Laboratorio, pesado de muestra de Relave	79
6.2.1.3	Determinación del contenido de humedad inicial	81
6.2.1.4	Mezcla del Relave con CAL	81
6.2.1.5	Mezcla del Relave con CAL	81
6.2.1.6	Determinación del Análisis Granulométrico	81
6.2.2	Del estudio realizado por la empresa consultora	82
6.2.2.1	Descripción de los Trabajos.	83
6.2.2.2	Material a Mezclar	84

6.2.2.2.1	Generación de Relaves	84
6.2.2.2.2	Generación de Desmonte	85
6.2.2.2.3	Generación de Desmonte por Programa de Avances.-	85
6.2.2.2.4	Generación de Desmonte por Tajos Inoperativos	85
6.2.2.2.5	Capacidad de Almacenamiento en Tajos Inoperativos	86
6.2.2.2.6	Generación de Desmonte producto del Avance durante el año	87
6.2.2.2.7	Generación de Desmonte obtenido por Tajos Inoperativos y por Avances Lineales.	88
6.3	MEZCLA DE RELAVE Y DESMONTE	88
6.3.1	Relave y Desmonte que ingresaría a Mina	89
6.3.2	Relave que se utilizaría	90
6.3.3	Ingreso de Relave a Interior Mina para el 1er año	90
6.3.4	Relave a usar luego del 1er año	91
6.4	ZONA DE PREPARACION DE LA MEZCLA	91
6.4.1	Descripción del Proyecto de Cámaras para manipuleo de Relave y Desmonte	
6.4.2	Cámaras para Manipuleo de Desmonte	92
6.4.2.1	Sostenimiento para Cámaras del Diseño N° 01	92
6.4.2.2	Sostenimiento Cámaras del Diseño N° 02	93
6.5	DISPOSICION ADECUADA DE LA MEZCLA	94
6.5.1	Diseño de Drenes de acuerdo al Método Explotación del Tajo	94
6.5.2	Diseño de Tapones de acuerdo al Método Explotación del Tajo	95
6.5.2.1	Diseño de la estructura Tapón (muro en Voladizo)	97
6.5.2.2	Diseño Características de Filtro Relleno (OverLiner)	99
CAPITULO VII COSTO / BENEFICIO		100
7.1	COSTOS POR INGRESAR LA MEZCLA (RELAVE + DESMONTE) A INTERIOR MINA	100
7.1.1	Costo de equipos por Manipuleo en interior Mina	100

7.1.2	Costo por Bombeo	101
7.1.3	Costo por Filtros – Dren	102
7.1.4	Costo por tapones	103
7.1.5	Costo Comparativo del Relave Compactado y Mezcla Depositada en los Tajos	104
CONCLUSIONES		105
RECOMENDACIONES		107
BIBLIOGRAFIA		

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Ubicación General de la Mina Catalina Huanca	15
Figura 2.2: Plano de Vías de acceso a la Unidad Minera Catalina Huanca	17
Figura 3.1: Modelado Geológico del Yacimiento Catalina Huanca.	32
Figura 3.2: Vista Aguas Arriba del Río Mishca, valle en forma de “V”	35
Figura 4.1: Resumen de Balance Hídrico de la Cuenca Mishca	43
Figura 4.2: Percolación vs Flujo Base del Amancebamiento Temporal	43
Figura 4.3: Modelo Conceptual del Flujo de Agua Subterránea Pre-Minado	53
Figura 4.4: Modelo Conceptual del Flujo de Agua Subterránea Actual	53
Figura6.1: Cuadro Estadístico del Secado de Relave	83
Figura 6.2: Diseño de Cámara N°01	93
Figura6.3:Diseño de Cámara N°02	94
Figura6.4:Diseño de Tapón	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Vías de Acceso a la Unidad Catalina Huanca	16
Tabla 2.2: Concesiones Mineras y Planta de Beneficio	18
Tabla 4.1: Caudal Promedio Anual (l/s)	38
Tabla 4.2: Carga de metales pesados en el río Mishca y la quebrada Sacclani	49
Tabla 4.3: Unidades Hidroestratigráficas del Área de la Mina	50
Tabla 4.4: Balance de Agua en la Mina Durante la Operación	57
Tabla 5.1: Ensayos de Compresión Simple	59
Tabla 5.2: Ensayos de Propiedades Físicas	59
Tabla 5.3: Ensayos de Tracción Directa	59
Tabla 5.4: Ensayos de Compresión Triaxial	60
Tabla 5.5: Ensayos de Propiedades Elásticas	60
Tabla 5.6: Ensayos de Corte Directo	61
Tabla 5.7: Cartilla de Sostenimiento	66
Tabla 5.8. Dip / DipDirection – Sistema Estructural	70
Tabla 5.9 Programa de Avances Lineales 2014	73
Tabla 6.0 Programa de Producción 2014	74
Tabla 6.1 Diseño de Relavera Ramahuayco	77

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C. (CHSM), es la TITULAR de la Unidad Minera Catalina Huanca (U.M. Catalina Huanca) y cuenta actualmente con una extensión de 5,406 ha 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 3,250 msnm.

CHSM opera una mina subterránea polimetálica y una planta de beneficio denominada San Jerónimo, a una producción de 1700 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, entre otras instalaciones auxiliares. Su ubicación de cada uno de ellos se presenta en el PLANO GENERAL DE UBICACIÓN de todas las Instalaciones Superficiales de la operación.

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, proceso realizado por medio de jigs.

La Dirección General de Minería Mediante R.D. N° 0492-70-EM/DGM de fecha 30 de octubre de 1970 autoriza el funcionamiento de la Planta Concentradora “San Jerónimo”, con una capacidad inicial de 100 TMSD. Minas Canaria S.A., con recurso N° 568190 del 27 de agosto de 1975, solicitó la Ampliación de la Capacidad Instalada de la Concesión de Beneficio de 100 a 300 TMSD. La Compañía sin haber llegado a concluir el proceso de ampliación, en el año 1987 se declaró en quiebra aduciendo razones técnicas, económicas y laborales.

Fue en esas circunstancias que los trabajadores, al amparo de la Ley N°21584, consiguieron la adjudicación de la mina y de los bienes de la empresa mediante la expedición de la Resolución del 7° Juzgado en lo Civil de Lima con fecha del 29.de Febrero de 1988, constituyendo seguidamente la Cooperativa Minera Minas Canaria Ltda.

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, hasta llegar a 250 TMSD.

La Compañía Minera Uyuccasa elaboró su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) el que fue aprobado mediante la R.D. N° 044-97-EM-VMM, con un total de 12 proyectos, los que no se desarrollaron debido a problemas financieros, administrativos y sociales que no se solucionaron en los años posteriores a la aprobación del PAMA.

Mediante resolución de fecha 21 de mayo de 1999, la Dirección General de Minería, de acuerdo con el Informe N° 190-99-EM-DGM/DPDM, declaró en abandono la solicitud de ampliación de capacidad instalada de la planta de beneficio San Jerónimo de 100 a 300 TMD efectuada con Recurso N° 568190 del 27 de agosto de 1975 y el 24 de diciembre de 1999 Compañía Minera

Uyuccasa, luego de más de ocho años de operación, paralizó sus labores, debido a razones técnicas y económicas, hasta el 14 de abril de 2000, fecha en que suscribió un contrato de cesión, tanto de las concesiones mineras como de las demás instalaciones, con Compañía Minera Comice S.R.L.

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, en armonía con las normas de Ambiente y las normas de Seguridad e Higiene Minera.

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.

Ambas empresas acuerdan que durante el periodo de transición, entre la fecha de firma del acuerdo de compra-venta y la fecha de transferencia de propiedad, la Cooperativa Minera Minas Canaria Ltda sería la encargada de la administración de la U.M. Catalina Huanca. Es así que la Cooperativa Minera Minas Canaria Ltda. asume la responsabilidad de ejecutar los proyectos del PAMA de la U.M. Catalina Huanca, para lo cual obtuvieron la aprobación del cronograma de reajuste mediante la R.D. N° 328-2004-MEM/AAM, hasta recibir la aprobación del cumplimiento de la ejecución de los mismos mediante R.D. N° 193-2005-MEM/DGMD.

En el transcurso de los años de operación de la mina, el relave producido en la planta concentradora San Jerónimo se fue depositando en cinco depósitos contiguos denominados Depósitos de Relaves N° 1, N° 2, N° 3, N° 4 y N° 5, ubicados en la margen derecha del río Mishca, cercano a la planta de beneficio (ver Plano 1-02). El cierre de estos depósitos, que en total llegaron a ocupar un área de 1.25 ha, fue ejecutado como parte de los proyectos del PAMA.

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 – Grupo Trafigura.

En el año 2005 la Empresa Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C. recibió la aprobación del EIA del Proyecto de Ampliación de la Capacidad Instalada de la Concesión de Beneficio San Jerónimo de 100 TMSD a 300 TMSD y del Nuevo Depósito de Relaves N° 6 (MINEC, 2004) mediante la R.D. N° 093-2005-MEM/DGM y posteriormente obtuvo la autorización de construcción y al término la de funcionamiento de la planta y del depósito de relaves N° 6 mediante la R.D. N° 414-2005-MEM-DGM.

Al ubicar mayores reservas de mineral Probado y Probable la empresa inicia la expansión de sus operaciones mineras y proyecta la ampliación de la capacidad de producción de la mina de 300 TMD a 1,000 TMD, el que incluye la Ampliación de Capacidad Instalada de la Planta de Beneficio San Jerónimo, luego de lo cual obtiene la aprobación de los siguientes estudios:

- Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto de Ampliación de la Mina Subterránea a 1000 TMD (Geoservice, 2005), aprobado mediante la R.D. N° 492-2006-MEM/AAM.
- Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto de Ampliación de la Capacidad Instalada de la Planta de Beneficio San Jerónimo a 1000 TMSD (Geoservice, 2005), aprobado mediante la R.D. N° 363-2006-MEM/AAM.
- Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Depósito de Relaves N° 7 (Geoservice, 2005), aprobado mediante la R.D. N° 171-2006-MEM/AAM, actualmente este depósito se encuentra en operación.
- Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Depósito de Relaves Filtrados Rajaure (Geoservice, 2005), mediante la R.D. N° 493-2006-MEM-AAM.

A fines del año 2005 se inician trabajos para trasladar el material de relaves de los antiguos depósitos de relaves para ser usados en la corona del depósito de

relaves N° 6 y posteriormente en el año 2006, para la construcción del dique del depósito de relaves N° 7, utilizando el relave mezclado con material de préstamo. Estos trabajos fueron informados al MEM en las fiscalizaciones 2005-II y 2006-I. Actualmente todo el material de relave ha sido trasladado, no habiendo más material en estos depósitos y el área está siendo actualmente ocupada por la sección de filtrado de relaves de la planta San Jerónimo.

Así también se realizó una modernización y optimización general del proceso, la que incluyó una serie de modificaciones en las instalaciones y equipos de la mina, chancado, molienda, flotación del mineral y de algunas instalaciones e infraestructura de apoyo dentro del marco de los estudios de impacto ambiental (EIA) aprobados.

Actualmente CHSM cuenta con mayores recursos y reservas de mineral con el que se proyecta ampliar la capacidad de planta de beneficio a 2500 TMSD, el mismo que podría entrar en operación a inicios del 2015.

Para el 2014 se proyectó trabajar bajo un tonelaje de 1700 TMSD.

1.2 OBJETIVO

CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C., teniendo la necesidad de contar con Zonas de Depósito de Relaves producto de las operaciones, viene realizando estudios y analizando alternativas para ingresar Relave a interior Mina.

1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA

CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C., cuenta con la Relavera Ramahuayco la cual cuenta con un corto tiempo de vida.

1.4 HIPOTESIS

Una de las alternativas es ingresar relave a los Tajos de Producción (Operativos e Inoperativos) como parte de una Mezcla entre Relave y Material Detrítico.

1.5 METODOLOGIA DE INVESTIGACION

Se están considerando las condiciones Geológicas, Hidrológicas e Hidrogeológicas del Yacimiento conjuntamente con las condiciones Geomecánicas del Macizo Rocosó que tenemos en la Mina, anexando el Ensayo de las proporciones de las Mezclas a usar como Relleno, realizado por SVS Ingenieros, a esto se agrega también los trabajos realizados con CAL con la finalidad de bajar el porcentaje de humedad.

También se consideran los cálculos sobre la capacidad de Mezcla que podría recibir la mina, los cálculos sobre la cantidad de Desmonte producto del Avance (m.) generado durante el año adicionándole el Desmonte a recuperar de los Tajos Inoperativos, adjuntándose la ubicación y dimensionamiento de las cámaras donde se manipulara la mezcla; también se está adjuntando el diseño de los Drenes (filtros) perimetrales en los Tajos a Rellenar y el diseño de los Tapones de concreto armado.

Finalmente se incluye el análisis Costo / Beneficio de lo que implicaría el ingreso de la Mezcla a interior mina y el tiempo de vida de la Relavera.

A todas esta información se le realizo un costeo analizando la factibilidad del Ingreso de la Mezcla, que finalmente tiene por objetivo el de Prolongar la Vida Útil de la Mina.

CAPÍTULO II

UBICACIÓN Y ACCESOS

2.1 UBICACIÓN

El área de emplazamiento de la Unidad Catalina Huanca pertenece a la jurisdicción territorial del distrito de Canaria de la Provincia de Víctor Fajardo, departamento de Ayacucho, Región Ayacucho, a una altitud promedio de 3250 msnm y con coordenadas PSAD 56 UTM N 8454163 - E 615260.

En el Anexo 1, se muestra el plano general de ubicación de todas las instalaciones.

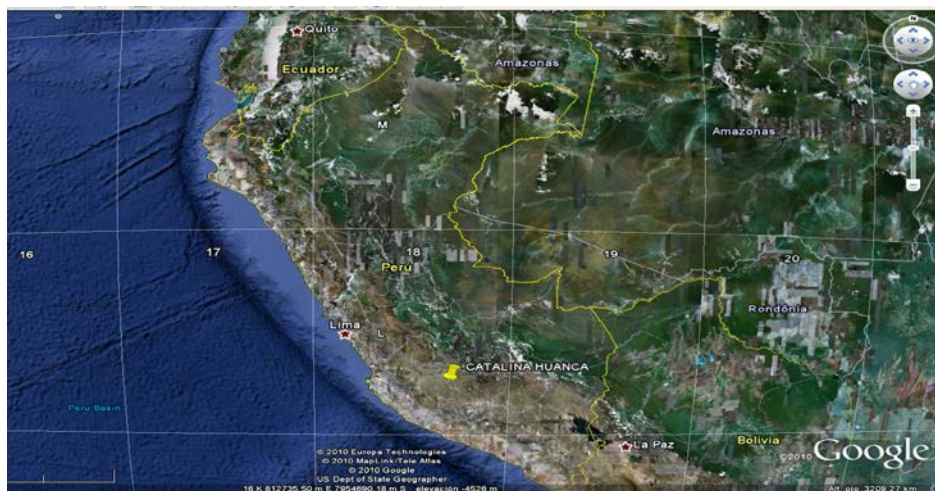


Figura 2.1: Ubicación General de la Mina Catalina Huanca

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

2.2 VÍAS DE ACCESO A LA UNIDAD

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:

Tabla 2.1: Vías de Acceso a la Unidad Catalina Huanca

Tramo	Distancia	Carretera	Horas
Lima - Nazca	450 Km	Asfaltada	6.0 hr
Nazca - Desvío	83 Km	Asfaltada	2.0 hr
Desvío – Pampa Galera - Mina	160 Km	Afirmada	5.0 hr
Total	693 Km		13.0 h

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

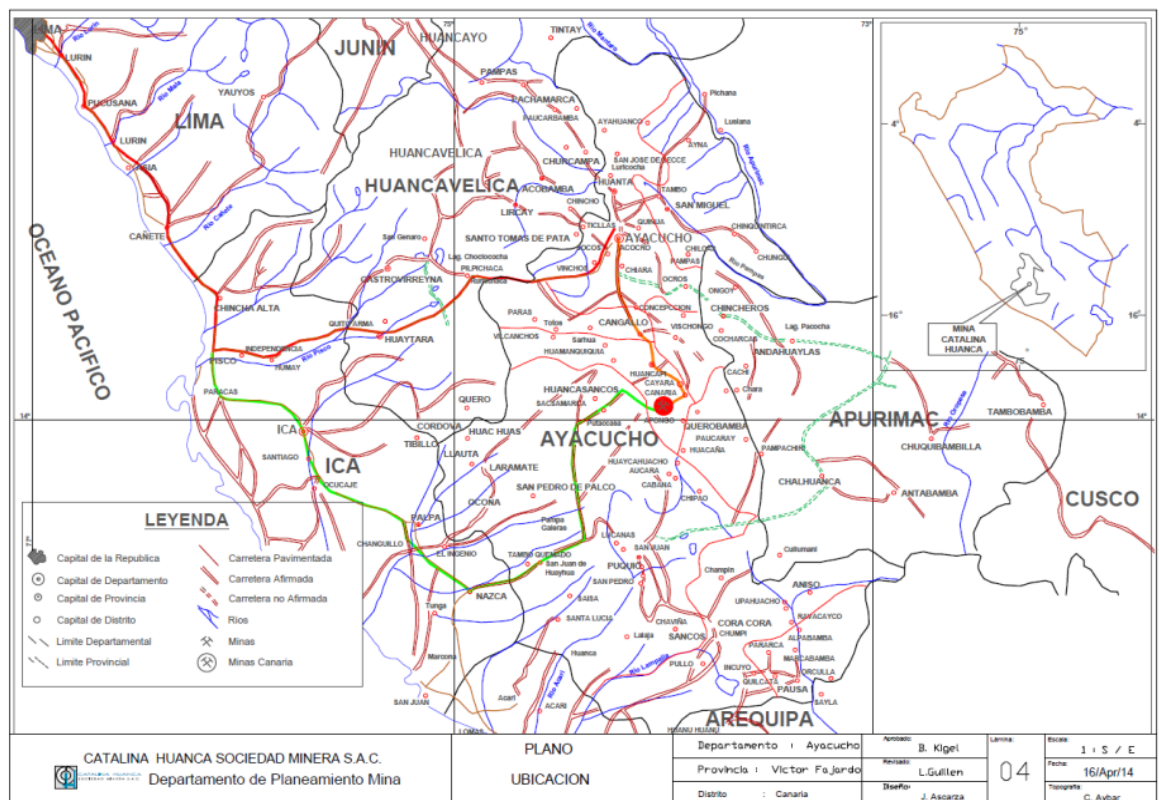


Figura 2.2: Plano de Vías de acceso a la Unidad Minera Catalina Huanca

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

2.3 CONCESIONES MINERAS Y PLANTA DE BENEFICIO

CHSM SAC, es titular de los derechos mineros Catalina Huanca y de la Concesión de Beneficio que cubren 5,406 Has. Los minerales económicos son Pb, Zn, Cu y Ag., y se encuentran debidamente inscritos en los Registros Públicos de Minería. En el Anexo 2, se muestra el plano de concesiones mineras y vías de acceso.

Las concesiones son las siguientes:

Tabla 2.2: Concesiones Mineras y Planta de Beneficio

CONCESIÓN – PETITORIO	HECTÁR EAS	CÓDIGO
Catalina Huanca	1000	02000276 X 01
Catalina Huanca N° 1	1000	02000277 X 01
Catalina Huanca N° 2	300	02000278 X 01
Catalina Huanca N° 3	300	02000279 X 01
Catalina Huanca N° 4	200	02000280 X 01
Catalina Huanca N° 5	200	02000281 X 01
Catalina Huanca N° 7	500	01004970 4
Catalina Huanca N° 8	1000	01004980 4
Catalina Huanca N° 9	900	01004990 4
Concesión de Beneficio “San Jeronimo”	6	P0100224
Total	5406	

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

2.4 GENERALIDADES

2.4.1 Relieve

La Mina y alrededores presentan un relieve moderado, con cumbres agrestes y profundas valles en “V” como consecuencia de la intensa erosión fluvial, con elevaciones de hasta 4,000 – 4,500 msnm.

2.4.2 Clima y vegetación

El clima es seco y frío. Con dos estaciones marcadas, invierno entre Diciembre y Marzo con fuertes precipitaciones de lluvias y Verano de Abril a

Noviembre, con intenso sol, cielo azul de día y frígido por las noches descendiendo fuertemente la temperatura.

En las partes altas la vegetación se limita al ichu y a los 3,500 msnm existen sembríos de trigo, cebada, maíz, habas, etc.

2.4.3 Hidrografía

La cuenca hidrográfica corresponde al río Pampas, que vierte sus aguas al río Mantaro; el principal recurso hídrico en Planta Concentradora es el río Rajaure - Mishca, que se forma en la confluencia de los ríos Huasquía y Chuquipata, en las inmediaciones del pueblo de Raccaya y vierte sus aguas al río Sondongo. Todas estas confluencias se efectúan a una altura entre los 3,200 y 2,300 msnm. Las aguas para la operación minera es tomada de las aguas de escorrentía en Uyuccasa y es captada por la quebrada de Sacellani afluente del río Mishca.

CAPÍTULO III

GEOLOGIA

3.1 GEOLOGÍA REGIONAL

El Yacimiento Minero Catalina Huanca se encuentra en la “Subprovincia poli metálica de la faja Cordillera del Sur”, caracterizado por la ocurrencia de yacimientos de Cu - Zn - Pb - Ag (Ponzoni, E. 1980). Estratigráficamente se ubica en la base de toda la secuencia sedimentaria mesozoica.

Más al Sureste a 35 km, se sitúa el Prospecto Ccarhuarazo (Ag - Au) ocupando la cúspide de la pila volcánica, pliocena y pleistocénica.

3.1.1 Complejo Querobamba (Pi – gr)

El complejo granítico Querobamba ocurre intruyendo a filitas, micaesquistos y gneis pre cambrianos, se presenta gneisificado y cubierto en discordancia con las capas Mitu. Es una roca granítica y está emplazado al E de la Mina, de extensión batolítica, prospectable por Au – Cu, así tenemos las áreas Llactandía, Tambamarca, Prospecto Potongo y Prospecto Cucho.

3.1.2 Grupo Mitu (Ps – m)

Constituye la base de la columna estratigráfica y afloran en una franja continua en dirección NW con un ancho de 4 – 5 km. y en una longitud de más de 30 km. Su espesor se estima en 800 m constituidos por conglomerado y areniscas

rojizas, en bancos de grosor medio y ocasionalmente se observan delgadas capas de tufos.

3.1.3 Grupo Pucará (Tr – Ji – p)

Sobreyacen al Mitu, en discordancia angular, se extienden desde inmediaciones de la Mina hasta los pueblos de Apongo y Morcolla al sur, el ancho de afloramiento es de 500 a 1,000m y 20 km. de extensión.

Consiste en calizas gris oscuros en bancos gruesos intercalados con horizontes aislados de areniscas, cuyo espesor puede alcanzar los 500m.

3.1.4 Formación Chunumayo (Jm – ch)

Sobreyace concordantemente al Grupo Pucará, localizado al Oeste de la Mina, con amplios afloramientos desde el C° Yuracc Orcco hasta Morcolla, alcanzando una longitud de 40 km. Consiste en calizas criptocristalinas, grises que se tornan marrones por intemperismo. Afloran estratificadas en capas y bancos medianos, intercalados con niveles delgados de margas y calizas arena arcillosas.

3.1.5 Grupo Yura

Hacia el Oeste del Distrito de Apongo, una falla regional inversa de rumbo N 20°W pone en contacto los sedimentos calcáreos del Jurásico Medio, representado por el Grupo Yura que forman anticlinales y sinclinales con rumbo predominante N 25°W. Está conformada por lutitas gris verdosas con intercalaciones de estratos delgados de calizas gris negruzcas en la parte inferior y areniscas cuarcíticas de grano fino a medio en la parte superior. Su edad es del Jurásico Superior – Cretáceo Inferior.

3.1.6 Formación Ferrobamba (Kis – Fe)

Sobreyace a la serie de Yura y aflora al Oeste del pueblo de Tiquihua, cuyos sedimentos consisten en calizas y margas en bancos de poca potencia.

3.1.7 Formación Sencca (Np – se)

Está compuesta por rocas de facies piroclásticas; tobas porfíricas y microconglomeráticas débilmente consolidadas, clastos volcánicos, su composición varía entre riolítica y riodacítica. Se exponen bien entre Cayara y Huancapi.

Encima y en bancos conspicuos se presentan afloramientos menores de derrames y piroclastos del Barroso.

3.1.8 Rocas Intrusivas (Nm – di)

Algunos plutones de rocas intrusivas de composición diorítica (miocénicas) se hallan dispersos; así en el Prospecto Chinchinga (Cu – Au – Mo), un plutón diorítico en contacto con las cuarcitas del Grupo Yura ha producido manifestaciones de mineralización de cobre tipo skarn. En el área de la mina Catalina Huanca los stocks pórfido dacítico a cuarzomonzonítico están relacionados a la mineralización económica y se emplazan en el contacto sobreescorrido pucara/mitu, sobreescorrimiento Este y un pórfido de composición diorítica en contacto con el sobreescorrimiento Oeste y teniendo como rocas encajonantes las calizas Pucará.

3.2 GEOLOGÍA LOCAL

3.2.1 Estratigrafía

El Yacimiento Catalina Huanca se ubica en las faldas de los cerros Hatun Orcco (4,000 msnm) y Monteruyoc, donde destaca la quebrada Sacllani de rumbo S60°E, principal colector del drenaje superficial que llega hasta el río Mishca, a través del cual se observa la columna estratigráfica representativa de la mina.

3.2.1.1 Complejo Querobamba

En la base cerca al nivel del río Mishca a 2,400 msnm, se tienen las rocas del Complejo Granítico Querobamba, afloramientos extensos de granitos gnéisicos, 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.

3.2.1.2 Conglomerado Del Grupo Mitu (Pérmico Superior)

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 areniscosa 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, Doña María Piso), convirtiéndose en un metalotecto muy importante por las características del mineral encontrado.

3.2.1.3 Calizas 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 800 m. con sus tres formaciones El condorsinga (150m), el Aramachay (100m) y el Chambará (500m) y de 200 mt de potencia ubicados entre los sobreescurremientos Este y Oeste formando un Corredor Estructural denominándolos geográficamente de norte a sur como Chumbilla – Monteruyoc – 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.

3.2.2 Rocas Igneas

Tenemos la presencia de un stock subvolcánico riolítico que aflora en el cerro Monteruyoc 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 riódacíticos 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.

3.2.3 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:

3.2.3.1 Vetas Falla: (Principal, Lucero, Piedad, Rocío, Vilma, Amanda 3 Techo)

Se desarrollan en contacto con conglomerado e intrusivo, los cuales consisten en fracturas rellenas 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.

3.2.3.2 Cuerpos Manteados: Desarrollados en Calizas como las Amandas. Por

ejem. el cuerpo manteado Amanda 5, se desarrolla en Calizas Pucará asociados a diques volcánicos dacíticos – andesíticos, con esfalerita-Galena y gangas: pirita-rodocrosita-rodonita-calcita, Ankerita, siderita.

3.2.3.3 Cuerpos: Desarrollados en conglomerados polimícticos calcáreos y silíceos del Mitu y en contacto caliza - Conglomerado, denominados Doña Maria, Doña María Piso - Marielas, Melissa, Amanda 3 Techo Oeste, Luceros y Nancy. cuya mineralogía consiste principalmente en Esfalerita-Galena, 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.

3.2.3.4.- 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 hematita – manganeso cerca de superficie.

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

3.2.4 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.

3.2.5 Estructuras Mineralizadas

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

3.2.5.1 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.

3.2.5.2 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 sobreescurreamiento 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 fluorita, calcopirita y hematita entre otros. Longitudinalmente presenta fuerte ramaleo del tipo cimoide, de significativa importancia económica.

3.2.5.3 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, pirita, etc. Mayormente se emplaza en el intrusivo y se le ha reconocido hasta en 4 niveles.

3.2.5.4 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.

3.2.5.5 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 Mitu. 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.

3.2.5.6 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 mas 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 Mitu, 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.

3.2.5.7 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.

3.2.5.8 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.

3.2.5.9 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).

3.2.5.10 Tipo Stock Work Keyko

Es la estructura que sigue en importancia. Keyko es una estructura brechoide irregular, de reemplazamiento constituido por un enrejado de vetileo 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 piritita diseminada y en venillas, hematita, rodocrosita.

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

3.2.5.11 Cuerpo Nancy

Nancy es un cuerpo de reemplazamiento desarrollado en conglomerados polimicticos calcáreos y silicios del Mitu 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.

En superficie, los afloramientos presentan abundante psilomelano y limonitas. Reconocido en interior mina y afloramientos en más de 550m. con anchos mineralizados hasta de 46 metros. En los niveles superiores al nivel 3446, los conglomerados calcáreos reemplazados presentan una débil alteración propilítica.

Este cuerpo reconocido con laboreo minero en el Niv. 3140 y 3090, correlaciona espacialmente con los llamados mantos Chumbilla en los niveles 3446 y 3470, los cuales se ubican en forma irregular en conglomerados calcáreos del Mitu, manteniendo el rumbo y buzamiento aparente de dichos conglomerados N 10 ° E y 25 ° NW respectivamente, las facies más favorables son los conglomerados calcáreos teniendo como conductos alimentadores las vetas falla Principal y Lucero, las cuales cruzan éstas secuencias conglomerádicas. La mineralización consiste principalmente en esfalerita y Galena y minerales de gangas: pirita La alteración que presenta es la de cloritización con tendencia de débil a fuerte hacia los niveles inferiores (3250, 3160, 3133 y 3090).

3.2.5.12 Cuerpo Doña María

Emplazado en el conglomerado Mitu 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.

(Según el Dr. Murray Hitzman), 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.

3.2.5.13 Cuerpo Doña María Piso

Se presenta en paquetes subhorizontales dentro del conglomerado en la cota 2800m.s.n.m.. La presencia de clastos y matriz calcarea en el conglomerado y en algunos casos la presencia cercana de un subvolcánico andesítico han favorecido el emplazamiento de sulfuros. Si bien es cierto, por el momento tienen promedios del orden de 5% de Zinc, existen zonas de mayor contenido como en el caso de Doña María Piso que en la parte central, podríamos tener un promedio de 6 a 7% de zinc, lo cual confirmaremos con las perforaciones para el 2013.

3.2.5.14 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 Este hacia el 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 nos falta reconocer la forma de su emplazamiento y su mineralogía.

3.2.5.15 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 riódacítica – riolítica; ubicadas dentro de las calizas del Metalotecto Pucará dispuestos en forma de mantos sobre horizontes favorables (*a Dic. 2012 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 Mitu y parte con el intrusivo de composición riolítica en la zona Geográfica denominada Monteruyoc 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 – Monteruyoc – 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 OzAg, en una área de reemplazamiento y diseminación de sulfuros.

Otra zona de afloramientos importante, se localiza en la cota 3500 en las inmediaciones del tajo 5, Loza I, se reconocen una zona manteada, fuertemente oxidada, así tenemos 1.72 m. de potencia, 1.46% Pb y 1.55% Zn. En la zona se reconoce la veta Abad que intercepta a Amanda caso en el nivel 480, de 0.40 m de potencia con sulfuros de Plomo y Zinc.

Zona Monteruyoc los afloramientos se desarrollan intensamente (Garita de Control Nro. 1) en los niveles 560 y 540. Con afloramientos de óxidos de Fe y Mn, con anchos de hasta 7m. a lo largo de 200m, con un rumbo de N25°E y buzamiento 25°NW, con leyes de 1.11% Pb, 0.40% Zn y 0.50% Cu, en un tramo caracterizado por fuerte plegamiento, cuyo fallamiento y/o diaclasamiento fue objeto del relleno hidrotermal consiguiente.

En interior mina en la zona de sulfuros se reconoce esfalerita, marmatita, blenda, galena, pirita, rodocrosita, cuarzo, etc. y leyes de Pb 1.80% Zn 7.40% y ozAg 1,35, asociado a diques de dacita al techo de la zona mineralizada.

Zona Sayhuacucho – Lampaya, se tienen evidencias tangibles de afloramientos con fuerte oxidación de Manganeso (Psilomelano) con un ancho de 3.0m y una longitud de 15 metros.

3.2.5.16 Cuerpos Mineralizados Marielas

La mineralización de Pb, Zn, con cierta presencia de Au, se emplaza en el contacto caliza conglomerado, evidenciados en el Nv. 3000, producto de los feeders de Amanda 3 Techo, veta Luceros y Ramales, con buzamiento de bajo

ángulo entre 45° a sub horizontales. Se han identificado a Dic. 2012 los Cuerpos Mariela, Mariela1, Mariela 2, Mariela 3 y Mariela 4 y ahora hacia el SW se ha interceptado el Cuerpo mineralizado Mariela 5.

3.2.5.17 Cuerpo Melissa.

Ubicado a entre las cotas 2750-2800 m.s.n.m. el mineral se encuentra en arenisca y la longitud atravesada en el DDH-734 fue de 34.70m y hacia el DDH-709 llega a 3.80m, presenta un mejor contenido de zinc.

3.2.6. Modelamiento Geológico

Se ha iniciado un proceso de Modelamiento con el LEAPFROG (software geológico), del yacimiento de Catalina Huanca, el cual parte de una buena base de datos organizada de mapeos, secciones geológicas, levantamientos topográficos, muestreo de labores, perforaciones diamantinas, formaciones litológicas, interpretaciones geológicas e informaciones geológicas que pueden ser actualizadas en el software en forma dinámica, según los avances operativos, de preparación y exploración, que nos permitan visualizar nuestras zonas mineralizadas como vetas, mantos, cuerpos etc., así como nuestro esquema geológico, para nuestro control diario y la proyección en la exploración de mayores recursos minerales para nuestra mina Catalina Huanca.

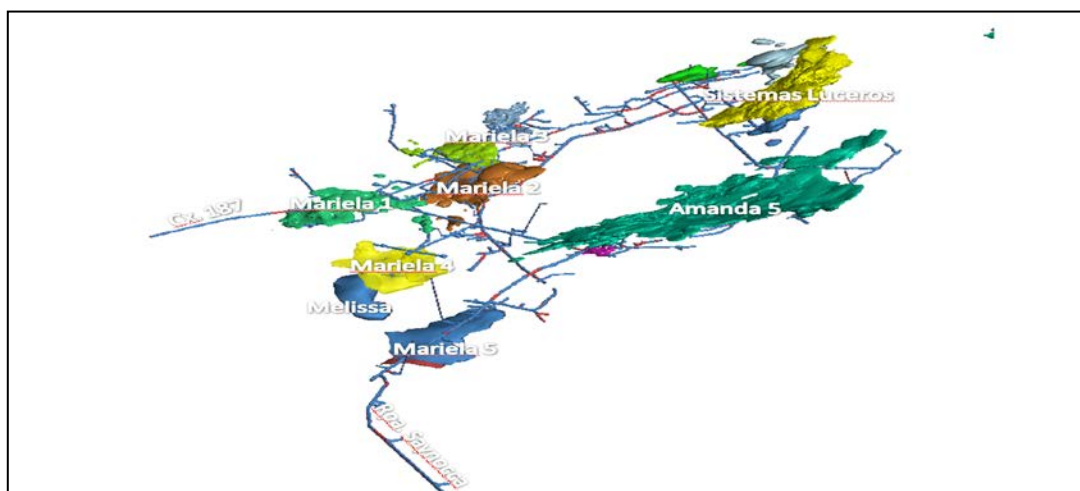


Figura 3.1: Modelado Geológico del Yacimiento Catalina Huanca.

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

3.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Estructuralmente, estamos ubicados en el flanco Este de un sinclinal replegado y las vetas están controladas por fallas en las que se emplazaron la mineralización, como es el caso de la estructura más importante la falla Principal de rumbo N55°E y 83°SE, aflora en una longitud de 600 m sus cajas forman crestones silicificados, esta estructura desarrolla un gran cimoide en profundidad, en cuyo extremo NE las vetas se juntan para formar una sola veta y en el extremo SW las vetas Esperanza, Principal, Piedad, Rocío y Lucero, se abren en forma de cola de caballo, hasta interceptar las calizas Pucará en contacto de sobreescurrecimiento Este Chumbilla.

El Ing. Eric Nelson (consultor) opina: Que las estructuras cola de caballo contienen pliegues, fallas-veta de buzamiento pronunciado, y fallas-vetas inversas (cabalgamiento) de bajo buzamiento y de estratificación paralela local, pero localmente cortan la estratificación, lo cual indica un clásico sistema de falla inversa tipo ‘flat-ramp’, típico de estratos de calizas y lutitas bien estratificados. Los bloques de caballo ubicados dentro de los ramales de las fallas-veta presentan mineralización variada (con mineralización de reemplazo y mineralización tipo vetilla).

Respecto al descubrimiento de las vetas de buzamiento pronunciado y rumbo NE (Principal y Amanda 3 Techo al oeste de los cuerpos de manto) se piensa que ocupan fallas sinestrales (oblicuas-inversas?). Estas fallas-veta de rumbo NE limitan la mineralización conocida a un corredor de rumbo NE.

La Falla – Sobreescurrecimiento Este Chumbilla, definido por la línea de contacto entre las calizas Pucará hacia el Oeste e Intrusivo y Conglomerado al Este. Tiene un rumbo aproximado N40°E y 30° de buz, controla cuerpos manteados mineralizados de Pb – Zn denominados Nancy y Chumbilla, así como la continuidad de las vetas.

La Falla - Sobreescurrecimiento Oeste Sayhuacucho con rumbo general NNE y buzamientos de 30 a 50° NW, que complementado con el sobreescurrecimiento Este genera el corredor estructural mineralizado dando origen una zona de cizalla y replegamientos (shear zone) en las calizas Pucarà generando zonas favorables para albergar mineralización y mejor aún en los interceptos con estructuras de alto ángulo. El Stock cuarzo monzonítico al Este y el dique diorítico al Oeste han aprovechado estos planos de debilidad para emplazarse, existen evidencias de cuerpos lenticulares, franjas de monzonita y brechamientos, en las prolongaciones NE del stock, casi concordantes con la estratificación.

Además tenemos fallas mayores NW - SE escalonadas y otras fallas importantes son las del sistema E-W antiandinas pero secundarias a las anteriores.

La falla Hornocal se manifiesta en el cruce 187 Nv. 3000, la cual presenta un material brechado calcáreo con matriz subvolcánica y en parte puede ser muy ancha (>100m. en el Cro. 187) y que aún no sabemos sus grado de influencia con la mineralización que sería como un control de la mineralización hacia el Oeste. Esta falla tiene una longitud mayor a 1Km.

3.4 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 Pucarà; 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 Pucarà, 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.

3.5 GEOMORFOLOGÍA

La Unidad Catalina Huanca se encuentra emplazada en la Unidad Geomorfológica denominada “Valle Angosto”, caracterizado por presentar flancos con fuerte declive (35° hasta 60° en promedio) con un perfil transversal en forma de V, labrados en rocas sedimentarias de las formaciones: Chunumayo (Jm-ch), Huacaña (Jm-hu) y Paire (Jms-p) cubiertos parcialmente por depósitos cuaternarios de origen coluvial y fluvio /aluvial.

El área de estudio se ubica en la unidad Geomorfológicas denominada Valle Angosto, la cual se caracteriza por presentar flancos con fuerte pendiente que varían de 35° hasta 60° en promedio, en algunos lugares tienen 85° , presentando un perfil transversal en “V” (ver Figura 3.2).



Figura 3.2: Vista Aguas Arriba del Río Mishca, valle en forma de “V”

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

3.6 GEODINÁMICA EXTERNA

Cabe destacar que los principales procesos geodinámicos que se describen a continuación ocurren en el área de manera esporádica u ocasional, según corresponda la estación climática, no siendo continuos a lo largo del año, pudiendo verse inducidos por eventos de lluvia intensa y afectando principalmente las áreas debajo de la cota 2,700 msnm.

- Erosión fluvial: Es un proceso lento y continuo que ocurre en el cauce del río Mishca, donde se desarrolla un proceso de erosión que profundiza y ensancha el mencionado río. Cuando el volumen de agua del río Mishca aumenta considerablemente, hecho que se da sólo en época de lluvias, transporta gran cantidad de rocas de diferentes tamaños, generando erosión interna del cauce del río.
- Derrumbes: Son movimientos repentinos de masa rocosa que ocurren cuando la base del talud se erosiona, rompiendo el perfil del equilibrio de la masa rocosa. Esto ha sido observado en los depósitos coluviales y los conglomerados sin consolidar del Grupo Mitu en las áreas de fuerte pendiente a lo largo del río Mishca. Estos fenómenos se dan principalmente en los taludes con relieves que presentan cárcavas (erosión columnar).
- Huaycos: Son flujos de lodo y piedras provenientes de las quebradas laterales. Este fenómeno se observa particularmente en la ladera derecha del valle durante periodos de lluvia muy intensa y prolongada.

CAPÍTULO IV

HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA

4.1 CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS

4.1.1 Cuenca

El área de operaciones mineras, industriales actuales y proyectadas se ubica principalmente en la cuenca del río Mishca y la cuenca de la Qda. Sacllani, afluente del primero. Ambas cuencas pertenecen a la cuenca del río Sondondo.

La cuenca de la quebrada Rajaure tiene una extensión aproximada de 25 Km² comprendido desde su confluencia con la quebrada Marcapata 3200 msnm hasta el divortium acuarium demarcado por la línea de cumbres de los cerros: Toro Huisjana 4330 msnm, Utaraylla 4552 msnm, Talavera 4569 msnm y Huacrachuco 4445msnm.

El río Mishca nace de la confluencia de los ríos Rajaure y Marcapata (también llamado Chuquiputa), se alimenta en su curso inferior de la quebrada Sacllani, afluente por la margen izquierda del mismo y discurre hacia el río Sondondo que confluye en la localidad de Tincoj con el río Pampas a unos 15 km aguas abajo del emplazamiento minero Catalina Huanca.

La cuenca del río Pampas se encuentra localizada enteramente en la región alto andina del departamento de Ayacucho, formando parte de la cuenca superior del río Apurímac, en la vertiente del Atlántico.

Por su lado, la subcuenca de la quebrada Sacllani tiene una extensión de 7.83 ha comprendido desde su confluencia con el río Mishca hasta la divisoria formado por el Cerro Accolla, el Cerro S/N y el Cerro Sayac y recibe el aporte de la quebrada Cañaypampa, la misma que discurre en dirección sur desde una altura de 3,250 msnm.

La quebrada Sacllani nace en la altura 3,773 msnm aproximadamente, drena en dirección sureste. Hasta su confluencia con el río Mishca tiene una longitud de aproximada de 5.5 km. y una gradiente promedio de 13°.

En general, las laderas escarpadas de las montañas y los suelos de baja permeabilidad encontrados en ambas márgenes del río Mishca tienden a promover la escorrentía en lugar de la infiltración. (GWI, 2006), por lo que el régimen hidrológico en el área de Catalina Huanca está dominado por la precipitación durante la temporada húmeda, presentando poca escorrentía superficial o recarga de agua subterránea durante la temporada seca, por lo que se estima que el flujo base del río Mishca y la quebrada Sacllani durante la estación seca proviene principalmente de filtraciones y manantiales.

Tabla 4.1: Caudal Promedio Anual (L/s)

Cuenca	Sub Cuenca	Área (ha)	Año Seco	Año Medio	Año Húmedo
Río Mishca	Total río Mishca	12040.0	1246.5	1865.5	2777.1
	Río Rajaure	4795.2	143.1	550.0	319.0
	Río Pampana	4017.4	838.3	965.6	1867.5
	Sacllani	783.0	36.8	42.4	82.1

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

4.1.2 Recopilación de Información In-Situ

Se realizaron medidas de flujo del río Mishca en 7 puntos, medidas de temperatura, pH y conductividad eléctrica en cada una de las estaciones, con la finalidad de correlacionarlas con la presencia de manantiales a lo largo del río. Adicionalmente, se examinó la litología y la geología estructural a lo largo del río y se le correlacionó con tramos donde el flujo se incrementa o decrece.

Asimismo, se realizaron mapeo de manantiales y filtraciones en las subcuencas de la quebrada Sacclani y del río Mishca hasta la zona de confluencia de ambas corrientes de agua. Esta tarea consistió en inventariar los manantiales y filtraciones, registrándose el caudal y calidad de las mismas. Los parámetros fisicoquímicos (pH, Conductividad Eléctrica y Temperatura) fueron medidos en cada uno de ellos. La información coleccionada fue ubicada utilizando un Posicionador Satelital Geográfico (GPS) 12 Garmin.

Las bocaminas también fueron mapeadas con la finalidad de recolectar datos preliminares para evaluar, la posibilidad de reducir la descarga del drenaje ácido de roca (DAR), balance hídrico en la mina y las condiciones que influyen en el potencial de generación de drenaje ácido de roca. Las mismas que fueron realizadas desde el ingreso a las bocaminas hasta una longitud máxima de 500 m hacia su interior, teniendo en cuenta que para el diseño de tapones es necesario que la cobertura de roca sea igual a 1.5 la presión de agua eventual. De acuerdo a estos trabajos se determinó que las condiciones litológicas de las bocaminas son regulares en vista de que se encuentran mayormente en conglomerados del Grupo Mitu y en menor extensión en calizas de la Formación Pucará.

Durante la inspección de las galerías de interior mina no se apreciaron filtraciones considerables salvo goteos que probablemente se deban a la condensación del vapor de agua que se origina en los niveles inferiores. Tan sólo en la Galería Piedad - Nivel 3189 se encontró un ingreso de agua a través de una perforación diamantina, así como una filtración en la Galería Vilma. En estos dos puntos de ingreso de agua se realizaron mediciones de química, flujo con balde y cronómetro. El agua en el interior de la mina es neutra a ligeramente

alcalina y débilmente mineralizada, sugiriendo que el agua descargada ha experimentado un limitado tiempo de residencia. En las galerías del nivel más bajo de la mina (Nivel 3089) existe considerable cantidad de agua debido a que representa la zona de descarga del área. Esta agua es bombeada a niveles superiores para ser utilizada en las perforaciones mineras (el agua es recirculada) y el excedente es descargado hacia la Qda Sacclani a través de las Bocaminas Bolívar y San Martín.

4.1.3 BALANCE HÍDRICO CONCEPTUAL DE LA CUENCA MISHCA

4.1.3.1 Fisiografía y Drenaje

El área del proyecto está conformada por terrenos montañosos de moderada a fuerte pendiente. Las labores mineras se encuentran en la Qda. Sacclani, entre los 3100 y 3600 msnm., mientras que los relaves se ubican en la cabecera del río Mishca, entre los 3200 y 3250 msnm.

El drenaje regional pertenece a la cuenca del río Sondondo, el cual discurre dirección noreste hasta su confluencia con el río Cangallo (Pampas), perteneciente a la vez a la cuenca hidrográfica del Amazonas. La altitud del punto de confluencia entre la Qda Sacclani y río Mishca es 2500 msnm, mostrando pendientes de 22 y 8% respectivamente. Ambas quebradas son de aspecto semi encañonado a encañonado, existiendo dificultad para tomar datos con el posicionador geográfico satelital (GPS).

El flujo base del río Mishca y Qda Sacclani durante la estación seca proviene de filtraciones y manantiales. La naciente de ambos se encuentra a una altitud aproximada de 4000 y 3850 msnm., respectivamente.

Varias quebradas pertenecientes a la subcuenca del río Mishca en la época seca no tienen agua y algunos manantiales que puedan existir son sólo subsuperficiales.

De acuerdo con el aforo realizado en mayo del 2006, las micro cuencas del río Mishca, hasta la confluencia con la Qda Sacclani, proporcionan un caudal total aproximado de 400 L/s.

4.1.3.2 Balance Hídrico

El balance hídrico es una evaluación de los principales componentes del sistema hidrológico e incluye la interacción agua superficial - agua subterránea. El balance hídrico es un registro contable de los ingresos y salidas de agua, el cual puede ser simplificado en base anual como:

$$\text{Precipitación} = \text{Evapotranspiración} + \text{Escorrentía} + \text{Recarga} \pm \text{Almacenamiento de Agua Subterránea} \pm \text{Almacenamiento de Agua Superficial}$$

En la cuenca del río Mischca, el principal ingreso de agua es la precipitación y la principal salida es la evaporación, transpiración de las plantas y escorrentía. Debido a la falta de datos de caudal en el área, el flujo base del río y la escorrentía fueron estimados utilizando un balance hídrico.

La precipitación anual (promedio) en el área es 700 mm. La evapotranspiración fue estimada en 40% durante la estación húmeda y en 100% durante la estación seca. El déficit de agua durante la estación seca se equilibra con el aporte del agua almacenada en los suelos durante la estación húmeda.

La recarga es la parte de la precipitación que llega a la zona saturada del acuífero. La recarga está directamente afectada por la escorrentía y la evapotranspiración.

Normalmente, sólo un pequeño porcentaje de la precipitación anual recargará el suelo. Generalmente, la recarga se encuentra en el rango de 3 a 40%, estando los valores más bajos relacionados a las áreas secas cubiertas por rocas de baja permeabilidad y los valores más altos a las áreas con alta precipitación cubiertas con rocas de alta permeabilidad. En base a valores estimados de flujo base, el valor de recarga promedio para la cuenca es aproximadamente el 10% de la precipitación total (ó 5% de la precipitación neta). La geología de la cuenca Mishca es tal que las capas impermeables y las condiciones anisotrópicas del suelo y la roca causan que considerables cantidades de agua subterránea se muevan en dirección horizontal hacia las quebradas, por lo que gran porcentaje

del agua subterránea emerge como manantiales en las quebradas, contribuyendo al caudal de agua superficial en la cuenca Mischca. Se estima que sólo un pequeño porcentaje (~2 %) de la precipitación total de la cuenca se filtra a los acuíferos profundos en roca.

La escorrentía es el agua que se colecta en la superficie del terreno o en el suelo poco profundo, para luego fluir rápidamente a los arroyos, ríos y otros sistemas de drenaje superficiales.

El régimen hidrológico en el área de Catalina Huanca está dominado por la precipitación durante la temporada húmeda, presentando poca escorrentía superficial o recarga de agua subterránea durante la temporada seca. En general, las laderas empinadas de las montañas y los suelos de baja permeabilidad encontrados en ambos márgenes del Río Mischca tienden a promover la escorrentía en lugar de la infiltración. En base a informaciones orales y experiencia en terrenos similares, los coeficientes de escorrentía del valle del río Mischca deben de ser aproximadamente el 50% de la precipitación anual total y deben mantener los flujos principales del río.

La cuenca Mischca fue dividida en 4 subcuencas separadas para estimar el flujo base durante un año normal o los flujos mínimos necesarios para que ocurra la dilución de las filtraciones provenientes del botadero y áreas mineras. Los resultados del balance hídrico se muestran en las Figuras 10 y 11.

El modelo indica que los flujos superficiales pico en la cuenca que ocurrieron en el mes de febrero, alcanzaron los 3,600 l/s. El valor promedio del flujo base para un año de precipitación normal fue de aproximadamente 112 l/s. El flujo base podría mantener el flujo del Río Mischca a lo largo del año con flujos estimados durante la estación seca entre los 120 y los 140 l/s. El flujo base desde la subcuenca A, que reporta hacia la zona de los relaves, se estima en aproximadamente 50 l/s durante la estación seca. La cuenca presenta flujo superficial durante la estación seca debido al aporte del flujo base, el cual proviene del agua que se almacenó en el medio geológico durante los 9 meses anteriores a la estación seca. La Figura 11 muestra la relación entre la

percolación y la liberación del flujo base del almacenamiento temporal durante el año. Las Figuras 10 y 11 muestran que entre el valor pico de las precipitaciones y el valor pico del flujo base se tiene un período de 4 meses debido al almacenamiento temporal del agua infiltrada.

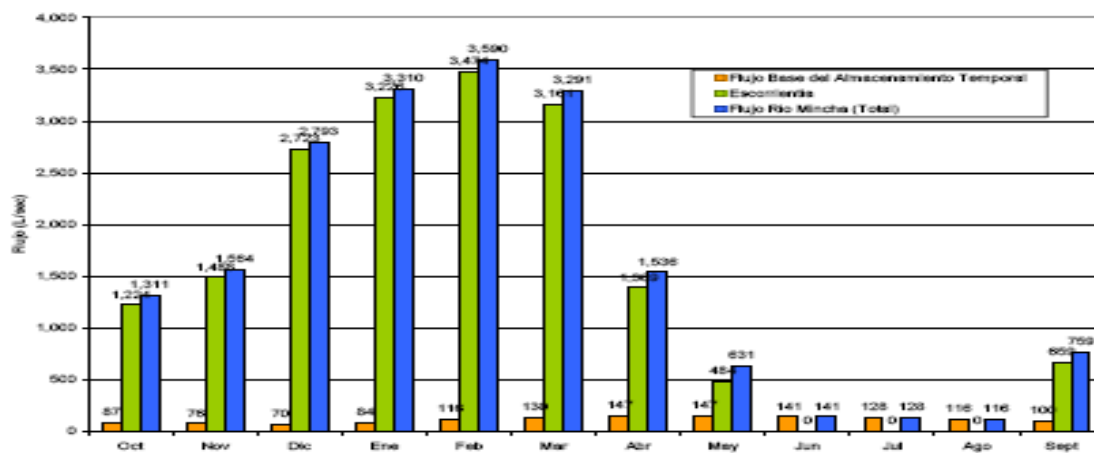


Figura 4.1: Resumen de Balance Hídrico de la Cuenca Mishca

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

Figura 11: Percolación vs. flujo base del almacenamiento temporal

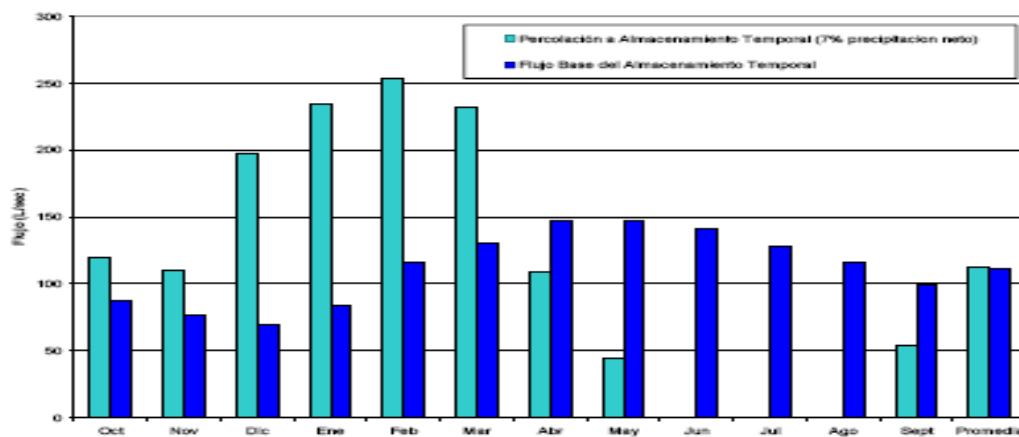


Figura 4.2: Percolación vs Flujo Base del Amancebamiento Temporal

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

4.2 ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS AGUAS

Los análisis de muestras de aguas superficiales (río Mishca y quebradas), muestras de aguas subterráneas (manantiales) y muestras de filtraciones en interior mina.

4.2.1 Validación de Datos

Previo al análisis de los datos químicos obtenidos en los puntos de muestreo de agua superficial y subterránea, se realizó el balance iónico de las muestras de agua subterránea.

4.2.2 Calidad del Agua

Los resultados químicos obtenidos en cada punto de muestreo, así como su comparación con la Ley General de Aguas N° 17752 Clase I (agua de abastecimiento doméstico con simple desinfección) y Clase III (aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales). Las muestras de las filtraciones en interior mina (GWI-8M y GWI-9M) no se han incluido en este análisis, debido a que son aguas que conforman el flujo total que se drena por las bocaminas, el cual tiene un tratamiento previo a la descarga, y no reflejan impacto alguno en el exterior de la mina. Las muestras del interior de la mina no se tomaron para evaluar su calidad respecto a algún uso, sino que se tomaron para caracterizar los flujos de agua que ingresan a las labores mineras.

4.2.3 Aguas Superficiales

En base a los resultados químicos obtenidos de las quebradas Marcachata, Rajasure, Sacclani y del río Mishca, se tienen las siguientes observaciones:

- El agua de la Quebrada Marcachata excede los límites máximos permisibles de plomo para las Clases I y III, presentando una concentración de 0,102 mg/l. Esta concentración excede aproximadamente 2 veces el límite máximo permisible para la Clase I (0,05 mg/l) y es ligeramente superior al límite máximo permisible para la Clase III (0,1 mg/l).

- El agua de la Quebrada Rajaure no excede los límites máximos permisibles establecidos por las Clases I y III de la ley peruana.
- El agua de la Quebrada Sacclani excede los límites máximos permisibles de cadmio, zinc, níquel y plomo. Estos metales provendrían de la mezcla entre el agua tratada que se descarga de la mina y la descarga natural del agua subterránea en la quebrada.
- El cadmio presenta una concentración de 0,0267 mg/l, excediendo
- En aproximadamente 2,7 veces el límite máximo permisible para la Clase I (0,01 mg/l).
- El zinc alcanzó una concentración de 10,8 mg/l, excediendo en aproximadamente 2,2 veces el límite máximo permisible para la Clase I (5 mg/l).
- El plomo tiene una concentración de 3,4 mg/l, excediendo en aproximadamente 68 veces el límite máximo permisible para la Clase I (0,05 mg/l) y en 34 veces el límite máximo permisible para la Clase III (0,1 mg/l).
- El níquel presenta una concentración de 0,0202 mg/l excediendo ligeramente el límite máximo permisible de las Clases I y III, el cual para ambas clases es 0,002 mg/l.
- El agua del río Misha excede los límites máximos permisibles de arsénico, níquel y plomo.
- El arsénico aparece en el tramo medio y continua con una concentración aproximadamente constante hacia aguas abajo, presentando una concentración promedio de 0.106 mg/l (en base a las muestras GWI-5S, GWI-11S y GWI-12S), la cual excede ligeramente el límite máximo permisible para la Clase I (0,1 mg/l).

- El plomo se encuentra desde el tramo superior y se va diluyendo hacia aguas abajo. En el tramo superior del río tiene una concentración de 0,111 mg/l, excediendo en aproximadamente 2,22 veces el límite máximo permisible para la Clase I (0,05 mg/l) y ligeramente el límite máximo permisible para la Clase III (0,1 mg/l). En el tramo inferior del río presenta una concentración promedio de 0,08 mg/l (en base a las muestras GWI-11S y GWI-12S), la cual excede en aproximadamente 1,6 veces el límite máximo permisible para la Clase I (0,05 mg/l).
- El níquel aparece en el tramo superior del río Mishca, aguas abajo de los depósitos de relaves. Aparece con una concentración de 0,0038 mg/l, excediendo en aproximadamente 2 veces el límite máximo permisible de las Clases I y III, el cual para ambas clases es 0,002 mg/l. Mientras que aguas abajo la concentración disminuye pero aún se tienen el níquel presente.

4.2.4 Aguas Subterráneas

En base a los resultados químicos se tiene que de los 3 manantiales muestreados, sólo el agua del manantial identificado con el número de muestra GWI-4M excede los límites máximos permisibles de arsénico para las Clases I y III, presentando una concentración de 0,952 mg/l. Esta concentración excede aproximadamente 9.5 veces el límite máximo permisible para la Clase I (0,1 mg/l) y aproximadamente 5 veces el límite máximo permisible para la Clase III (0,2 mg/l).

El hecho de que sólo se hayan obtenido altos niveles de arsénico en el tramo medio e inferior del río Mishca (aguas abajo del manantial GWI-4M) indicaría que aguas subterráneas con un alto contenido de arsénico se estaría descargando en el tramo del río donde se ubica el manantial GWI-4M, el cual tiene alto contenido de arsénico.

4.3 HIDROGEOQUÍMICA

En base al diagrama de Piper se tienen dos grupos principales de agua, las aguas bicarbonatadas cálcicas y las sulfatadas cálcicas. A continuación se describe brevemente cada grupo:

- El grupo de las aguas bicarbonatadas cálcicas está conformado por el agua que se encuentra en el río Mishca, la quebrada Marcachata, la quebrada Rajauredulce y los manantiales en la zona de estudio. En este grupo también se encuentra una filtración muestreada al interior de la mina, la cual estaría relacionada a aguas superficiales recientemente infiltradas.
- El grupo de las aguas sulfatadas cálcicas está conformado por algunas filtraciones al interior de la mina (tal como la muestra GWI-9M) y por el agua de la quebrada Sacclani. El agua de las filtraciones en este grupo estaría influenciada por la presencia de zonas mineralizadas, las cuales ocasionan que esta agua sea sulfatada.
- El agua de la quebrada Sacclani es sulfatada por la mezcla que ocurre entre el agua tratada que se descarga de la mina y el aporte agua que proviene de zonas mineralizadas en la quebrada.

Por otro lado, en cuanto a sus parámetros fisicoquímicos, respecto a cada punto de agua muestreado, se tiene lo siguiente:

- El río Misha presenta una conductividad eléctrica promedio de 470 uS/cm, un pH promedio de 7.8 y una temperatura promedio de 11.6 °C.
- El agua de las quebradas Marcachata y Rajaure, afluentes del río Misha, presentan una conductividad eléctrica promedio de 250 µS/cm, un pH promedio de 8.1 y una temperatura promedio de 12.3 °C. La quebrada Sacclani tiene mayor contenido de elementos disueltos, presentando una conductividad eléctrica promedio de 1140 µS/cm, un pH de 7.8 y una temperatura de 7°C.
- El agua de los manantiales (en base a las muestras GWI-1M y GWI-2M) presentan una conductividad eléctrica promedio de 480 µS/cm, un pH promedio

de 7.8 y una temperatura promedio de 12 °C. El manantial del cual emerge agua termal (muestra GWI-4M) tiene una conductividad eléctrica promedio de 1810 $\mu\text{S}/\text{cm}$, un pH promedio de 6.8 y una temperatura promedio de 21 °C.

- Las filtraciones en el interior de mina podrían ser aguas subterráneas recientemente infiltradas (GWI-8M) o aguas subterráneas enriquecidas en elementos disueltos debido a la presencia de zonas mineralizadas (GWI-9M). Las aguas subterráneas recientemente infiltradas tienen una conductividad eléctrica promedio de 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$, un pH de 7.5 y una temperatura de 20°C. Las aguas subterráneas afectadas por las zonas mineralizadas tendrían una conductividad eléctrica promedio de 2580 $\mu\text{S}/\text{cm}$, un pH de 7.4 y una temperatura de 18°C.

4.3.1 Carga de Metales Pesados en el Río Mishca y Quebrada Sacclani

Con la finalidad de determinar el aporte de metales de la quebrada Sacclani hacia el río Mishca, se realizó un análisis de cargas de metales considerando los puntos de muestreo en el río Mishca aguas arriba (GWI-12S) y aguas abajo (GWI-11S) de la intersección del río Mishca con la quebrada Sacclani. En la Tabla 4.7 se pueden apreciar los resultados obtenidos. En base al análisis realizado se puede afirmar que en el río Mischa, aguas abajo de su intersección con la quebrada Sacclani, se tiene lo siguiente:

- El 24% de arsénico en el río Mishca es aportado por la quebrada Sacclani, mientras que el 76% proviene de aguas arriba de la intersección del río con la quebrada.
- El 38% de plomo en el río Mischa es aportado por la quebrada Sacclani, mientras que el 62% proviene de aguas arriba de la intersección del río con la quebrada.
- El 41% de zinc en el río Mishca es aportado por la quebrada Sacclani, mientras que el 59% proviene de aguas arriba de la intersección del río con la quebrada.

- Hay un aporte insignificante de níquel de la quebrada Sacclani, pues aproximadamente el 100% del níquel en el río proviene de aguas arriba de la intersección del río con la quebrada.
- El 62% de cadmio en el río Mishca es aportado por la quebrada Sacclani, mientras que el 38% proviene de aguas arriba de la intersección del río con la quebrada.

Tabla 4.2: Carga de metales pesados en el río Mishca y la quebrada Sacclani

Metales	Río Mishca - antes de Qda. Sacclani (GWI-12S)			Río Mishca - aguas abajo de Qda. Sacclani (GWI-11S)			Porcentaje de Carga (%) en Río Mishca - aguas abajo de Qda. Sacclani (GWI-11S)	
	Concentración (mg/l)	Caudal (l/s)	Carga (mg/s)	Concentración (mg/l)	Caudal (l/s)	Carga (mg/s)	Río Mishca - antes de Qda. Sacclani (GWI-12S)	Qda. Sacclani (GWI-10S)
Arsénico	0.107	325	34.78	0.108	424	45.79	78%	24%
Plomo	0.0708		23.01	0.0876		37.14	62%	38%
Zinc	0.0707		22.98	0.0912		38.67	59%	41%
Níquel	0.0015		0.49	0.00094		0.40	100%	0%
Cadmio	0.00107		0.35	0.00214		0.91	38%	62%

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

4.4 HIDROGEOLOGÍA

4.4.1 Unidades Hidroestratigráficas

Una unidad hidroestratigráfica es una formación geológica, un grupo de formaciones o parte de una formación que puede distinguirse en base a su capacidad de producir y transmitir agua. Los acuíferos (formaciones capaces de transmitir una cantidad importante de agua) y acuitardos (unidades confinantes) son tipos de unidades hidroestratigráficas. El modelo hidrogeológico conceptual explica la interacción entre estas unidades. Las unidades hidroestratigráficas que se encuentran en el área de la Mina Catalina Huanca .

Las formaciones geológicas principales en el área son las Fm. Mitu, Fm. Pucará y Fm. Chunumayo. En el sector de la mina existen cinco unidades hidroestratigráficas principales que controlan el flujo del agua subterránea en la roca y tres unidades hidroestratigráficas que controlan el flujo de agua subterránea en los depósitos cuaternarios.

Tabla 4.3: Unidades Hidroestratigráficas del Área de la Mina

Unidades Hidroestratigráficas	Rango Estimado de Conductividad Hidráulica (m/s)	Espesor (m)	Clasificación de Materiales Geológicos Según su Capacidad de Contener y Transmitir Agua
DEPOSITOS CUATERNARIOS - SUELOS			
Aluvial (bloques a arena) – Río Mishca	10^{-6} a 10^{-3}	0 a <5	Acuífero (no confinado)
Residual (arcilla limosa a limo arcilloso)	10^{-9} a 10^{-7}	0 a 2	Barrera superficial para la percolación
Coluvial (matriz de arcilla limosa o limo arcilloso)	10^{-9} a 10^{-4}	0 a 10?	Acuitardo (con ocasionales intercalaciones transmisivas de grava)

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

ROCA			
Conglomerados, areniscas, lutitas, brechas y derrames lávicos (Gpo. Mitu)	10^{-10} a 10^{-8}	> 500 ?	Acuicludo
Superficie Meteorizada	10^{-6} a 10^{-4}	10 a 30?	Acuífero (si esta saturado)
Epikarst? (Fm. Pucará)	10^{-4} a 10^{-1}	5 – 20?	Acuífero (si esta saturado)
Roca Fracturada (no diferenciada)	10^{-8} a 10^{-6}	100 a 300?	Acuífero a acuitardo
Roca Competente/Granito	10^{-10} a 10^{-8}	>300	Acuitardo a Acuicludo

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

4.4.2 Hidrogeología de la Mina

4.4.2.1 Recarga del Agua Subterránea

Los sistemas de flujo del agua subterránea son definidos por las áreas de recarga y descarga. Generalmente el agua subterránea se mueve desde áreas de recarga (zonas altas) hacia zonas bajas. El sistema de flujo en el área de la Mina Catalina Huanca tiene una escala local y no una escala regional, debida a la presencia de zonas de descarga bien definidas. De acuerdo con la geología existente en el área de la mina se estima que el nivel freático inicial del agua subterránea (pre-minado o antes del inicio de operación) en la cuenca de la Qda Sacclani estuvo a menos de 50 m de profundidad, mientras que en las unidades calcáreas, se estima que el nivel freático estuvo a una profundidad mucho mayor.

El sector conformado por las rocas sedimentarias calcáreas en la parte oeste de la mina, actúa a manera de corredor de las aguas subterráneas hacia el río Mishca, siendo éste la principal zona de descarga, mientras que las quebradas y labores mineras actúan como zonas de descarga secundarias.

Las labores subterráneas inferiores al Nivel 189 (Bolívar) actúan como drenes del macizo rocoso, influyendo en el descenso del nivel freático hasta la cota 3095.

En las labores mineras superiores al Nivel 189 (Bolívar) no existen filtraciones considerables, salvo la perforación diamantina en la Galería Piedad, la cual presenta un caudal aproximado de 0.5 l/s, y las filtraciones en la Galería Vilma, la cual tiene un caudal aproximado de 0.2 l/s. En la totalidad de los túneles y galerías visitadas sólo se apreciaron goteras de bajo caudal, las cuáles se originan por la condensación del vapor de aire que asciende desde las labores inferiores (desde el Nivel 095) a través de las rampas y chimeneas.

En general, la recarga del acuífero es baja durante la estación seca (Junio a Octubre) debido al descenso de las precipitaciones y al incremento de la evapotranspiración. Por lo que, normalmente, durante la estación húmeda, la humedad y la precipitación se incrementan considerablemente, aumentando la

recarga del acuífero. Sin embargo, los ingresos de agua a la mina no se incrementan de manera considerable debido a que la mayor parte está conformada por los conglomerados del Grupo Mitu, los cuáles parecen tener una baja conductividad hidráulica. Por otro lado, probablemente las calizas sean una zona de recarga, pero el flujo recargado no se dirige hacia las labores mineras, sino hacia el noreste (quebrada Chihua Chihua). En base a conversaciones con el personal de la mina, los aumentos mínimos en los flujos que ingresan a la mina durante la estación húmeda sugieren que hay una conexión mínima con las aguas superficiales y la precipitación. Los ingresos de agua debido al escurrimiento de agua superficial a través de las chimeneas, fracturas abiertas o subsidencias parecen ser mínimos. Los mecanismos de recarga en el área de la mina parecen estar en un nivel intermedio a bajo. Estos mecanismos de ingreso de agua se describen a continuación:

- Mecanismo de Recarga Intermedio. Este mecanismo parece deberse a la recarga directa que ocurre en la superficie meteorizada y calcárea superior (en la parte occidental), la cual descarga agua hacia la zona de la planta, por la margen izquierda del río Mishca, durante la estación de lluvias y al inicio de la estación seca.
- Mecanismo de Recarga Lento. El mecanismo lento ocurre como filtraciones difusas hacia los niveles inferiores de la mina Catalina Huanca, desde las rocas sedimentarias calcáreas hacia los conglomerados. El flujo hacia la mina que proviene por medio de este mecanismo es muy poco para las dimensiones de la mina, indicando una baja conductividad hidráulica del macizo rocoso.

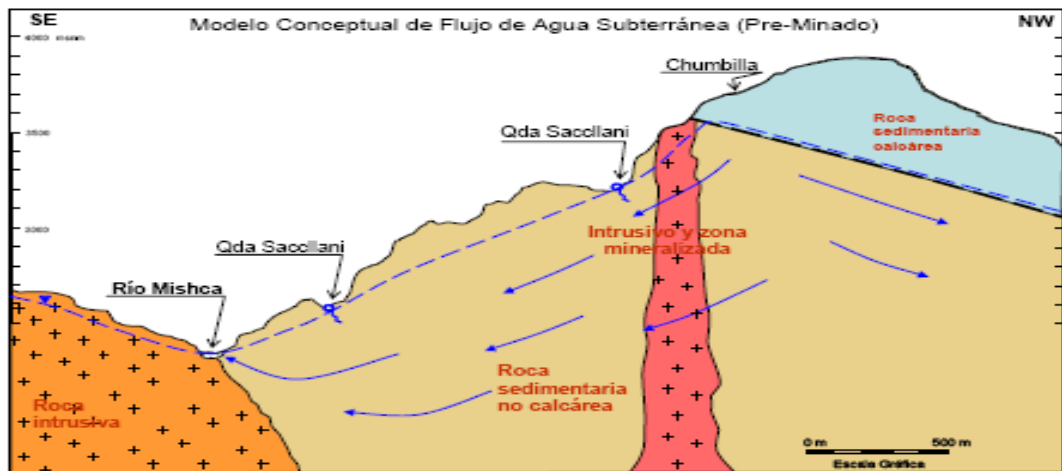


Figura 4.3: Modelo Conceptual del Flujo de Agua Subterránea Pre-Minado

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

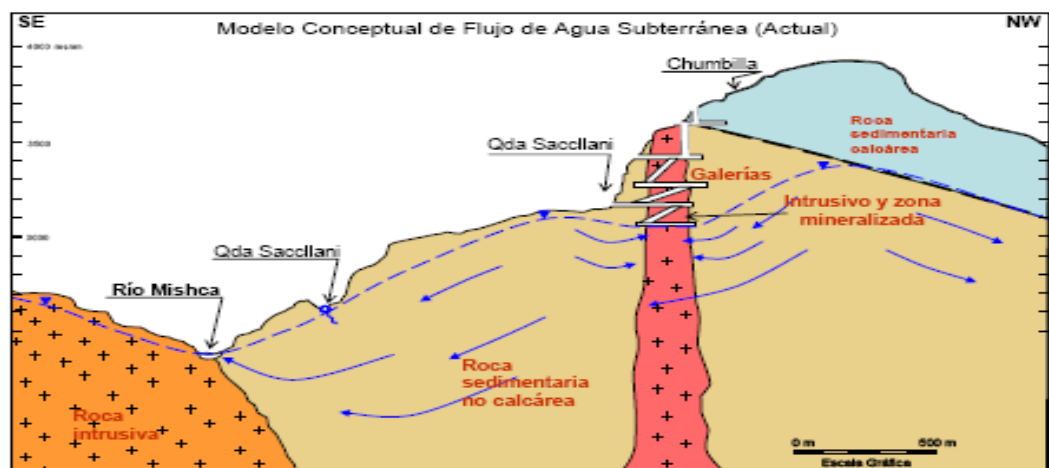


Figura 4.4: Modelo Conceptual del Flujo de Agua Subterránea Actual

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

4.4.2.2 Controles Estructurales y Flujo de Agua Subterránea

Las fallas y los pliegues normalmente tienen un importante rol en el movimiento del agua subterránea en los acuíferos en roca. El fallamiento y plegamiento generalmente restringen el movimiento del agua subterránea a una dirección perpendicular al rumbo.

En general, la ocurrencia de agua subterránea en la mina Catalina Huanca está muy relacionada a estructuras tales como fallas y zonas de fracturas, las cuales conforman los principales conductos del agua subterránea. Gran parte del macizo rocoso en la mina está seco, presentando algunas filtraciones provenientes de las discontinuidades mencionadas anteriormente.

4.4.2.3 Ecuación de Balance Hídrico en la Mina (Preliminar)

Para evaluar los beneficios de varias opciones de cierre de mina relacionadas a problemas de agua, es necesario comprender el balance hídrico del agua de mina operacional global. El equilibrio puede expresarse en la siguiente fórmula simplificada.

$$P + S + Ei + AS + ASipi = ASo + DBo + H + Ea + \Delta A$$

Donde:

P = precipitación directa hacia las chimeneas de ventilación, rasgos cársticos y subsidencias de galerías de mina (este mecanismo de ingreso es considerado como mínimo).

S = bombeo de agua de “servicio” al interior de mina desde el exterior (se considera que este componente de flujo es importante).

Ei = ingreso de aguas superficiales (escorrentía) por las chimeneas, rasgos cársticos y/o subsidencias de galerías de minas (se considera que este mecanismo es mínimo).

ASib = ingreso de agua subterránea superficial (< 0.1 l/s)

ASip = ingreso de agua subterránea profunda (~3.2 l/s)

ASo = salida de agua subterránea de la mina (< 0.1 l/s)

DBo = descarga de agua a la superficie desde las bocaminas (4.1 l/s)

H = salida de agua de mina en material removido de la mina (~ 0.5 l/s)

Ea = evaporación actual desde la mina a través de aperturas (< 0.1 l/s)

ΔA = cambio de almacenamiento de agua dentro de mina (0 asumido)

En la Tabla 4.4 y Figura 4.3 se presenta el Balance Hídrico Conceptual de la mina, en base a cálculos efectuados y a la información obtenida del personal de Catalina Huanca.

Según el monitoreo efectuado por el personal de la Mina, se tiene cuatro tipo de caudales principales. El primero de ellos es el caudal que se bombea del Nivel 3140 al Nivel 3189 Pique que tiene dos salidas, uno al pozo del pique con un caudal de 12.13 l/s, de los cuales se drena al pozo de superficie un caudal de 1.43 l/s, quedando dentro de la mina recirculando 10.7 l/s de agua. Para efectos del cálculo del balance de agua, este caudal no se considera. Un segundo caudal es el que se bombea del Nivel 045 directamente hacia el Nivel 189 Superficie. Ambos caudales representan la descarga de la mina hacia el exterior, con un caudal total de 4.1 l/s.

Un tercero viene a ser el agua bombeada del Nivel 3189 Pique al Nivel 250 con un caudal de 1.05 l/s, el cual se recircula y tampoco es considerado para los efectos de nuestro balance de agua en la mina. El total del agua recirculado dentro de la mina es de 11.75 l/s. Los datos obtenidos son de acuerdo a las horas de bombeo y a las curvas de las bombas de acuerdo a la altura, tomando para el cálculo una eficiencia por bomba de 0.7, en vista que las bombas no trabajan al máximo de su eficiencia.

Tabla 4.4: Balance de Agua en la Mina Durante la Operación

INGRESOS	CAUDAL CALCULADO (l/s)	CAUDAL ASUMIDO (l/s)
Precipitación y escorrentía hacia las aperturas		0.1
Ingreso de agua superficial		0.1
Ingreso de agua subterránea profunda		3.2
Bombeo de agua para "Jumbo"	1	
TOTAL	4.4	
SALIDAS	CAUDAL CALCULADO (l/s)	CAUDAL ASUMIDO (l/s)
Evaporación actual		0.1
Agua transportada en roca	0.1	
descarga de las bocaminas	4.1	
Salida de agua subterránea de la Mina		0.1
TOTAL	4.4	

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

CAPITULO V

GEOMECANICA DEL YACIMIENTO

5.1 INVESTIGACIONES DE CAMPO Y LABORATORIO

La recopilación de la información in-situ 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 y equipo de carga puntual.

Los resultados del análisis e interpretación de la información recopilada in-situ, se describen en los siguientes acápite.

5.2 MODELO GEOMECÁNICO

5.2.1 Geología

5.2.1.1 Litología

En la Mina Catalina Huanca, están presentes rocas sedimentarias y subvolcánicas depositadas y emplazadas en un lapso comprendido entre el periodo

Pérmico Superior (Paleozoico) y el Neógeno (Terciario). Desde las rocas más antiguas a las más recientes están:

- Los conglomerados rojos del Grupo Mitu (Permo-Triásico) conformado por clastos de cuarcitas, areniscas, calizas, lutitas y volcánicos, cementados en una matriz calcárea de color rojo violáceo.
- Las calizas del Grupo Pucará (Triásico-Jurásico) que descansan en discordancia angular al Grupo Mitu. Estas calizas son de grano fino a medio, de color gris a gris oscuras, con niveles subordinados de calizas bituminosas y algunos horizontes de calizas arenosas, intercalados con algunos niveles de sills de dacita porfirítica. Estas calizas hospedan mantos tipo Amanda.
- Las lutitas y limonitas de la Formación Huacaña (Jurásico-Medio), que se presentan encima de la secuencia calcárea descrita precedentemente y en discordancia erosiva respecto a la misma.
- La presencia de rocas ígneas, está representada por rocas sub-volcánicas de edad Neógeno (Terciario) del tipo pórfido riolítico y dacitas porfiríticas, 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.

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 ácidas (pórfido riolítico).

Las principales alteraciones son: la silicificación en vetas y mantos que varía de moderada a fuerte, la argilitización mayormente en sub-volcánico riolítico y la propilitica principalmente en el sub-volcánico dacítico (verdoso).

5.2.1.2 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. Otro rasgo estructural importante es la presencia de la estratificación cuyo rumbo es NE y buzamiento 40°-50°NW.

Finalmente, el principal sistema de fracturas o de diaclasas tiene rumbo NW y alto buzamiento al NE y sub-vertical.

5.2.1.3 Agua Subterránea

En dónde ocurren mayores filtraciones es en las calizas, las mismas que están mayormente asociadas a la mineralización en mantos y cuerpos. Estas filtraciones son en forma de goteos 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, tipo Mariela 1.

En el caso de vetas la presencia de agua es mínima, varía desde condiciones de ligera humedad, pero en este caso por lo general la roca es de mayor competencia, por lo que los efectos de la presencia de agua son mínimos.

5.2.2 Macizo Rcoso

5.2.2.1 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 5.1: 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/cm²)</i>	<i>Resistencia a la Compresión Simple (MPa)</i>
CONG SILIC	3.04	5.94	2300	315.95	30.96
CALIZA F/R	4.38	8.49	19800	1308.89	128.27
F/P	4.43	8.60	5800	374.88	36.74
MI/P	3.06	5.96	3000	406.57	39.84

Observación: Estandarizado según Protodyakonov ($l/D = 2$)

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

Tabla 5.2: Ensayos de Propiedades Físicas

<i>Muestra</i>	<i>Diámetro (cm)</i>	<i>Longitud (cm)</i>	<i>Densidad Seca (gr/cm³)</i>	<i>Densidad Húmeda (gr/cm³)</i>	<i>Porosidad Aparente (%)</i>	<i>Absorción (%)</i>	<i>Peso Especifico Aparente (KN/m³)</i>
CONG SILIC	4.41	3.71	2.59	2.62	3.64	1.40	25.39
CALIZA F/R	4.41	1.71	2.86	2.87	0.84	0.29	28.09
F/P	4.41	4.06	3.23	3.26	3.35	1.04	31.66
MI/P	3.05	5.26	2.94	2.98	4.11	1.40	28.79

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

Tabla 5.3: 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/cm²)</i>	<i>Resistencia a la Tracción (MPa)</i>
CONG SILIC	6.29	3.04	1800	59.93	5.87
CALIZA F/R	6.29	3.02	1900	63.68	6.24
F/P	6.28	3.01	2400	80.83	7.92
MI/P	3.03	1.53	700	96.13	9.42

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

Tabla 5.4: 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			

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

Tabla 5.5: 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>	3.04	6.05	3.52	0.20
<i>CALIZA F/R</i>	4.40	8.54	9.76	0.34
<i>F/P</i>	4.41	8.11	5.00	0.21
<i>MI/P</i>	3.03	6.09	8.47	0.27

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

5.2.2.2 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 5.6: 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>

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

5.2.2.3.- Calidad de la masa rocosa

Los criterios que se utilizan en la Unidad Minera 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) y también pueden ser de calidad Mala B (IVB RMR 21-30). 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.

En todos estos tipos de rocas, localmente puede haber variaciones de la calidad de la masa rocosa, ya sea debido a la presencia de rasgos geológicos como fallas o zonas perturbadas y/o alteradas, o zonas brechadas.

5.2.2.4.- Propiedades de Resistencia del Macizo Rocoso

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 de clasificación, siendo uno 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 σ_{ci} es la resistencia a la compresión uniaxial de la roca intacta, y σ'_1 , σ'_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_m) 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:

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

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

5.2.3 Zonificación Geomecánica

Para toda aplicación racional de 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.

5.2.4 Esfuerzo In-Situ

Dada la profundidad de la mina, aproximadamente 650 m y según el criterio de la carga litostática, el esfuerzo in-situ vertical es de aproximadamente 17 MPa y la constante “ k ” aparentemente es mayor que la unidad, puesto que se observa en

las labores mineras se presenta un mayor daño en el techo de las excavaciones, como es el caso del Crucero Vilma y la Rampa 045, lo que hace presumir que el esfuerzo horizontal es mayor que el esfuerzo vertical. Una forma de estimar estos esfuerzos es mediante la ejecución de una serie de ensayos de Overcoring.

5.3 METODO DE MINADO

Los métodos de minado que se utilizan en Mina Catalina Huanca, son: “corte y relleno ascendente” (C&F), “corte y relleno ascendente con cámaras y pilares” “post room & pillar mining” (PR&P), y “subniveles con taladros largos” (Sub level stoping - SLS).

5.3.1 Corte y Relleno Ascendente

El corte y relleno tiene un extenso rango de variaciones como resultado del minado con alta selectividad, buena recuperación y practica bajo condiciones geomecánicas diversas, y se presta a la mecanización de la explotación. Las técnicas de relleno que actualmente se disponen, pueden mejorar los aspectos técnicos y económicos de este método de minado, que frecuentemente ha reemplazado a otros métodos de minado.

Hay variadas modalidades de corte y relleno. La modalidad que se aplica en Mina Catalina Huanca, por las características morfológicas de la mineralización y por el rango de condiciones geomecánicas que presenta la masa rocosa, es el corte y relleno ascendente, puesto que se puede controlar adecuadamente la estabilidad de los techos y de las paredes de los tajeos en todos los casos observados, y sin necesidad de utilizar relleno cementado sino solo relleno sin cementar.

Considerando los aspectos morfológicos de la mineralización, el rango de calidades de la masa rocosa y el nivel de la información que se tiene sobre el yacimiento, el C&F se adapta bien para la explotación de la mayoría de las áreas mineralizadas de Catalina Huanca.

5.3.2 Cámaras y pilares con corte y relleno ascendente

Este método de minado es una variación del método “cámaras y pilares”, que se aplica en cuerpos con potencias mayores de 10 m y bajo buzamiento. La explotación es ascendente, una vez realizada la perforación, voladura, sostenimiento (si fuera necesario), carguío y transporte del mineral, se procede a rellenar las cámaras, relleno que aumenta el confinamiento y permite mejorar la recuperación.

Este método de minado es aplicado en Catalina Huanca en cuerpos y mantos, como en el Manto Amanda por ejemplo, siendo el Tajeo 290 del Nv. 3090, TJ 280 del NV 3050 el representantes típico de este método.

El Manto Amanda, donde la calidad de la masa rocosa es Regular B (IIIB RMR 41-50), se viene utilizando el método PR&P con voladuras en breasting. El esquema de las cámaras y pilares es cuadrado, donde las cámaras tienen de 4.5 m a 6 m de ancho y los pilares nominalmente tienen 5 m x 4 m.

5.3.3 Shrinkage en vetas

Este método de minado se utiliza por lo general en vetas angostas, donde la roca de las cajas es competente o moderadamente competente. Se remueve solamente el esponjamiento, aproximadamente el 40 % del volumen de la roca disparada, el resto se mantiene almacenado para sostener las cajas y proveer piso al sistema de perforación.

El uso de este método de minado subterráneo fue común antes que hubiera el minado mecanizado y el relleno hidráulico. Hoy en día, este método ha sido reemplazado por el C&F o el SLS, pero aun es usado en minas no mecanizadas. Este método tiene la ventaja de ser implementado con una mínima inversión de capital, pero tiene la desventaja de que se requiere labor intensiva y es de baja productividad.

Las condiciones naturales del yacimiento de la Mina Catalina Huanca, permiten aplicar este método de minado y en los lugares donde se está aplicando está funcionando bien.

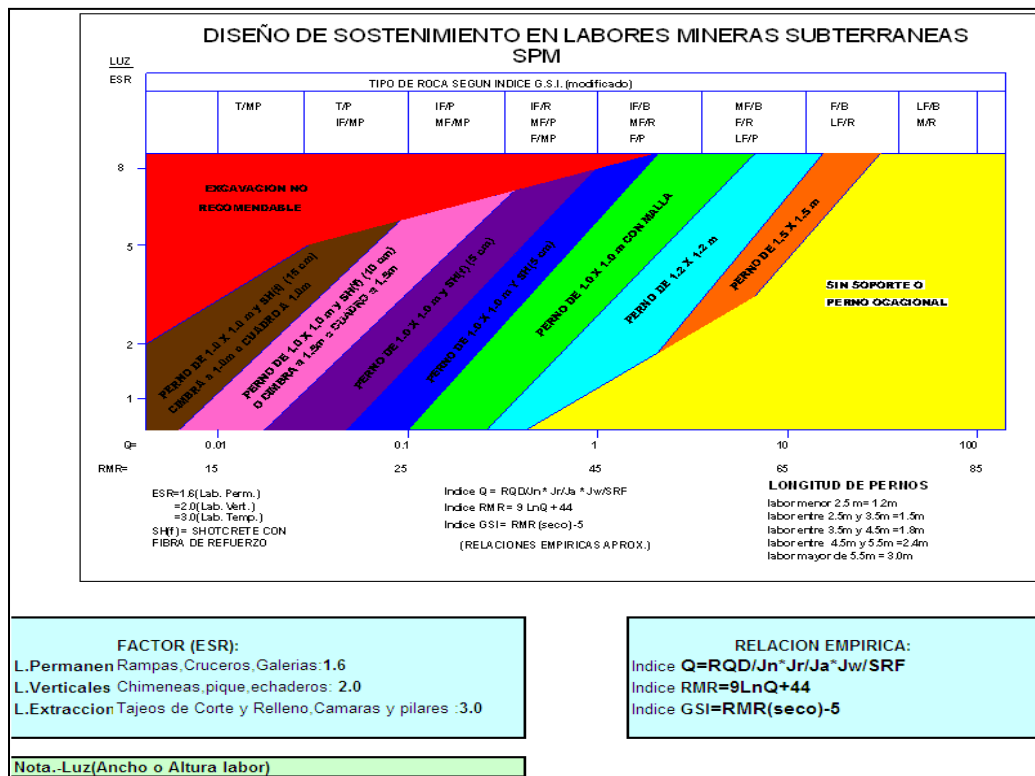
5.4 IMPLEMENTACIÓN DEL SOSTENIMIENTO

5.4.1 Labores mineras

La mina Catalina Huanca tiene tres zonas: Zona Alta, Zona Intermedia y Zona Baja. La Zona Baja o denominada también Bolívar es donde actualmente hay laboreo minero. En esta zona hay 5 niveles: Nv. 3189, Nv. 3140, Nv. 3090, Nv. 3070, Nv. 3050 y Nv 3000, se viene trabajando en los Nvs. 3189, 3090, 3050, 3000.

En labores lineales desarrollados durante la exploración, desarrollo y preparación se utiliza como guía general una cartilla de sostenimiento implementada para la unidad minera, el mismo que podrá ser ajustado de ser necesario para algunas zonas críticas.

Tabla 5.7: Cartilla de Sostenimiento



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

5.4.1.1.- Labores mineras del Nv. 3090

En el Nv. 3090 se tiene la estructura Manto Amanda 5, que conforma el Tajo 290, está ubicado en el sector SW del Nv. 3090, se encuentra emplazado en calizas. En general, la parte NE de este manto tiene rocas de calidad Regular B (IIIB RMR 41-50), la parte intermedia tiene rocas de calidad Regular B (IIIB RMR 41-50) y la parte SW tiene rocas de calidad entre Mala A (IVA RMR 31-40) y Mala B (IVB RMR 21-30). El manto tiene rumbo NE y buzamiento de 30° a 49°, potencia de hasta 7 m y encampane de 600 m. En este manto se está utilizando actualmente el método de minado “post room & pillar mining”, con una combinación de cámaras y pilares y corte y relleno ascendente.

Las aberturas de las cámaras varían desde sección de 4m x 4m y de 7m x 4m, con pilares de dimensiones de 5m x 4m.

El sostenimiento se realiza a cada corte con Split set más malla electrosoldada que varían desde 1.0x1.0 m de espaciamiento a 1.5 m x 1.5 m de espaciamiento en los pernos Split set. Además se están usando barras helicoidales (ocasional), en combinación con los Split set y malla, esto para dar mayor estabilidad en la corona, y shotcrete puntual en rocas tipo IV A.

La Veta Piedad ubicada en el sector NE o denominado también Tajo 441, está emplazada en el contacto entre las calizas y conglomerados, calizas en la caja piso son de calidad Regular B (IIIB - RMR 41-50) y conglomerados en la caja techo son de calidad Regular B (IIIB - RMR 41-50) y Regular A (IIIA - RMR 51-60). La veta tiene orientación similar a la Veta Principal, rumbo NE y buzamiento 80°NW. Su potencia varía de 0.8 a 1.4 m, su longitud es de aproximadamente 70 m y su encampane 600 m. Hay muy poca presencia de agua en la masa rocosa, encontrándose mayormente condiciones de solo humedad.

5.4.1.2.- Labores mineras del Nv.3070

En este nivel se tiene los tajos 620 (Amanda 2), 620 (ramal Lucero techo), 619 (Cuerpo lucero techo), 618 (Cuerpo Lucero). En la parte Este estas estructuras

mineralizadas están en conglomerados de calidad Regular A (IIIA RMR 51-60) y en la parte Oeste están en calizas de calidad Regular B (IIIB RMR 41-50).

El método de explotación es de corte y relleno ascendente. Las aberturas para la explotación de dichas estructuras es de 4 m x 4.4 m con pilares intermedios de sección 4 m x 4 m.

El sostenimiento se realiza con la instalación de pernos Split set de 7' pies con malla ocasional espaciados a 1.5 m x 1.5 m.

5.4.1.3.- Labores mineras del Nv. 3050

En este nivel podemos distinguir hacia la parte NE al Cuerpo Ramal Lucero (veta con diseminado) y al Cuerpo Lucero (veta con diseminado). El primero con potencia promedio de 1.6 m (con diseminado) y el segundo con potencia de 3 m (con diseminado). Hacia el Este estas estructuras están en conglomerados de calidad Regular A (IIIA RMR 51-60) y hacia el Oeste están en calizas cloritizadas de calidad Mala A (IVA RMR 31-40). En el caso del cuerpo Lucero se observa filtraciones de agua. El buzamiento de estas estructuras es alto (85°NW) y en ellas se aplica el método de minado “corte y relleno”.

En la parte SW del Nv. 3050 se ubica la Veta Piedad, emplazada en calizas en la caja piso de calidad Regular B (IIIB RMR 41-50) y el conglomerados en la caja techo es de calidad Regular B (IIIB - RMR 41-50) y a Regular A (IIIA RMR 51-60).

5.4.1.4.- Labores mineras del Nv. 3000

En este nivel se presenta la mineralización en cuerpos “Marielas” explotados con el método “cámaras y pilares con corte y relleno” con pilares de sección 4 x 4 y cámaras 6 x 4.

La mineralización se encuentra emplazado en contacto caliza, conglomerado, las cuales tienen una clasificación promedio, Regular A (IIIA RMR 51-60), en zonas que no presentan alteración del macizo, sostenidos con split set 7 sistemáticos espaciados a 1.5 mts, y malla ocasional, y una clasificación Regular

B (IIIB RMR 41-50) en zonas con presencia de agua o presencia de alteración tipo óxidos, sostenido con Split set sistemático de 7 y malla electrosoldada.

El conglomerado presente en el nivel 3000 es de composición polimictico, Regular A (IIIA RMR 51-60), GSI F/R, en zonas que no hay presencia de agua y Regular B (IIIB RMR 41-50) en zona con poca presencia de agua.

La caliza se presenta en general moderadamente fracturado y muy fracturado en zona con presencia de alteración. Con clasificación promedio Regular B (IIIB RMR 41-50)

5.5 CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO

5.5.1 Orientación de Esfuerzos Principales

Para determinar la orientación se desarrolla un análisis geológico estructural, la transformación esfuerzo -deformación se aplica sobre una esfera de radio unidad, resultando esta última transformada en un elipsoide de deformación interna que viene definido por sus tres componentes, $\sigma'1$, $\sigma'2$, $\sigma'3$ (mayor, intermedio y menor), ortogonales entre sí, y el objetivo correspondiente perseguido por la metodología a aplicar es conocer la orientación y disposición en el espacio.

5.5.2 Método de Fallas Conjugadas

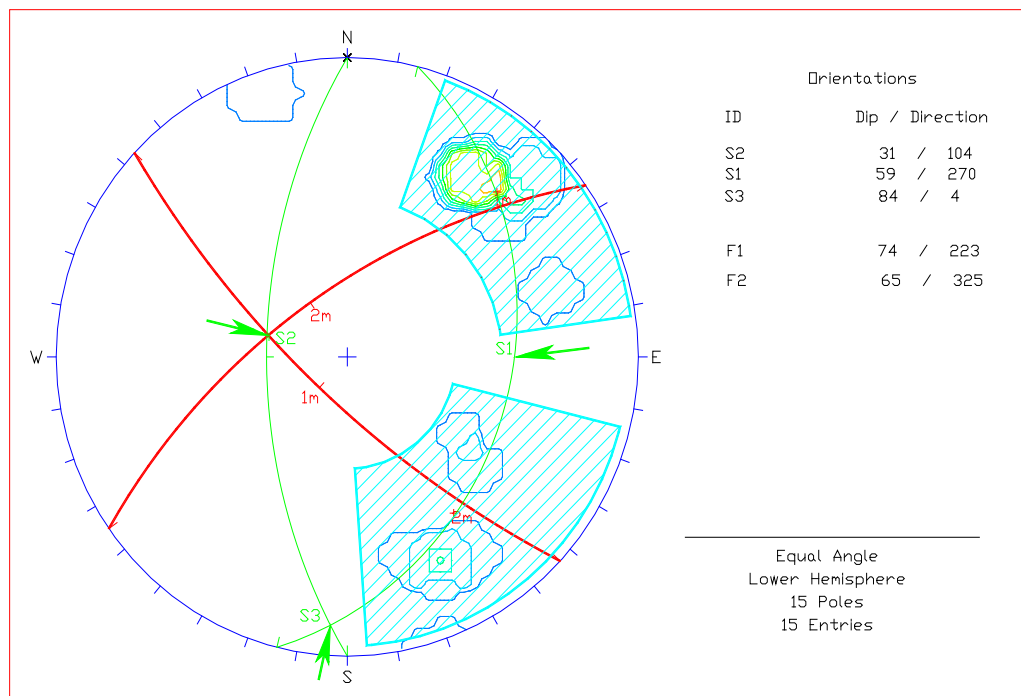
El método de las fallas conjugadas permite determinar la orientación de los esfuerzos los cuales someten al macizo rocoso. Para poder desarrollar esta metodología es importante determinar previamente el sistema de fallas que cruza por la mina; para poder desarrollar este punto, se recopiló toda la información referente a los mapeos estructurales de la unidad de estudio, Catalina Huanca. La obtención del **Dip/Dip Direction**¹, obtenidos del mapeo estructural son tratados y procesados en el **Software Geomecánico DIPS V.5.1**.

Tabla 5.8. Dip / Dip Direction – Sistema Estructural

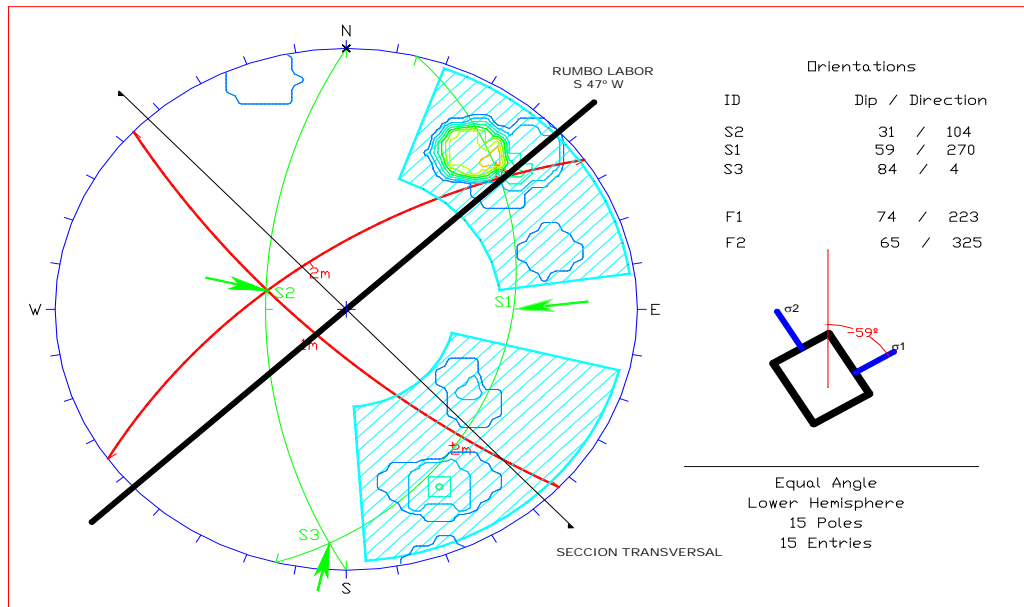
ID	DIP	DIP DIRECTION
1	70	228
2	82	226
3	70	213
4	50	303
5	60	310
6	70	342
7	75	335
8	75	328
9	86	162
10	75	213
11	80	228
12	72	215
13	72	252
14	72	216
15	74	216

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

¹ Dip/D.Direction, parámetros obtenidos como resultado del mapeo estructural propios del macizo rocoso, otra forma de denominarlos podría ser buzamiento y dirección del buzamiento



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



El ángulo con respecto al esfuerzo vertical de -59° , se consideró los esfuerzos principales σ_1 y σ_2 ; este ángulo de inclinación será determinante en el momento del empleo del método elementos finitos.

CAPÍTULO VI

PROGRAMAS DE AVANCES PRODUCCION Y DISEÑO DE LA MEZCLA DE RELAVE + DEMONTE

6.1.1 Programa de avances lineales anual y programa de producción anual

Tras la evaluación de recursos y reservas de mineral se realizó el programa de Avances y Producción para el Año 2014, los mismos que se detallan en las siguientes tablas:

PROGRAMA ANUAL DE AVANCES LINEALES 2014	
SITUACION	PROGRAMADO
TOTAL PROG (m)	TM
5,965.00	257,873.79

PROGRAMA DE PRODUCCION 2014

SITUACION	PROGRAMADO
TOTAL PROG (tmsd)	TM
TAJOS	601,500
AVANCES	19,100
TOTAL	620,600

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

Tabla 6.1 Programa de Avances 2014

PROGRAMA ANUAL DE AVANCES LINEALES 2014													
SITUACION	PROGRAMADO												
CUENTA													
						Datos							
NIVEL	ESTRUCTURA	NOMBRE	NOMENCLATURA	BASE	ALTURA	TOTAL PROG.	AREA	VOLUMEN	SOBREROTURA	TM			
3189	MANTO	AMANDA 5	Rpa 440 NE	3.5	3.50	210.00	12.25	2,572.50	1.20	8,026.20			
			Cro 440	3.5	3.50	50.00	12.25	612.50	1.40	2,229.50			
			Chi 425	1.5	1.50	50.00	2.25	112.50	1.20	351.00			
			Cro 425	3.00	3.50	30.00	10.50	315.00	1.20	982.80			
			Cro 443	3.5	3.50	50.00	12.25	612.50	1.30	2,070.25			
	VETA	PRINCIPAL	Cro 095 NE	3.00	3.50	40.00	10.50	420.00	1.20	1,310.40			
Suma 3189						430.00	60.00	4,645.00		14,970.15			
3090	VETA	VILMA	Cro 913	3.00	3.50	30.00	10.50	315.00	1.20	982.80			
Suma 3090						30.00	10.50	315.00		982.80			
3050	VETA	PRINCIPAL	Cro 780 S	3.00	3.50	80.00	10.50	840.00	1.20	2,620.80			
Suma 3050						80.00	10.50	840.00		2,620.80			
Suma 3030						90.00	10.50	945.00		2,948.40			
3020	MANTO	NORMA 245	Rpa 245	3.5	3.50	120.00	12.25	1,470.00	1.20	4,586.40			
	VETA	PRINCIPAL	Cro 932 SW	4.5	4.00	30.00	18.00	540.00	1.40	1,965.60			
			Rpa 932 E	4.5	4.00	110.00	18.00	1,980.00	1.20	6,177.60			
			Rpa 016 NW	3.5	3.50	30.00	12.25	367.50	1.20	1,146.60			
			Gal 016	3.00	3.50	110.00	10.50	1,155.00	1.20	3,603.60			
Suma 3020						400.00	71.00	5,512.50		17,479.80			
3000	CUERPO	AMANDA 3 TECH	Rpa 490 E	4.5	4.00	140.00	18.00	2,520.00	1.20	7,862.40			
			Cro 490	4.5	4.00	15.00	18.00	270.00	1.40	982.80			
			Chi 556	2.5	1.50	50.00	3.75	187.50	1.20	585.00			
			Rpa 556 E	3.5	3.50	75.00	12.25	918.75	1.20	2,866.50			
			Cro 187	3.00	3.50	160.00	10.50	1,680.00	1.20	5,241.60			
			Cro 177	3.00	3.50	240.00	10.50	2,520.00	1.20	7,862.40			
	VETA	LUCERO	Rpa 557 S	3.5	3.50	30.00	12.25	367.50	1.20	1,146.60			
			Gal 523	3.00	3.50	80.00	10.50	840.00	1.20	2,620.80			
			Cro 934 E	3.00	3.00	10.00	9.00	90.00	1.20	98.28			
			Cro 735 E	3.00	3.00	20.00	9.00	180.00	1.20	561.60			
			Gal 556 E	3.00	3.50	200.00	10.50	2,100.00	1.20	2,293.20			
			Suma 3000						1,020.00	124.25	11,673.75		32,121.18
2980	CUERPO	MARIELA	Cro 3700	3.00	3.50	40.00	10.50	420.00	1.20	1,310.40			
			MARIELA 5	3.00	3.50	10.00	10.50	105.00	1.30	354.90			
			Cro Saynocca Tunel Sur	3.00	3.00	20.00	9.00	180.00	1.40	655.20			
	VETA	PIEDAD	Cro Saynocca Tunel Sur	4.5	4.00	100.00	18.00	1,800.00	1.65	7,722.00			
			Rpa Saynocca Tunel Sur	4.5	5.00	910.00	22.50	20,475.00	1.20	63,882.00			
			Cro Saynocca Tunel	3.00	3.00	40.00	9.00	360.00	1.40	1,310.40			
Suma 2980						1,120.00	79.50	23,340.00		75,234.90			
2950	CUERPO	LUCERO	Cro 522	4.5	4.00	180.00	18.00	3,240.00	1.50	12,636.00			
			Cro 523	3.00	3.00	40.00	9.00	360.00	1.30	1,216.80			
			Cro 1	4	4.00	60.00	16.00	960.00	1.20	2,995.20			
			Cro 160 N	3.00	3.50	260.00	10.50	2,730.00	1.40	9,937.20			
			Rpa 522 W	4.5	4.00	960.00	18.00	17,280.00	1.20	53,913.60			
			Gal 100	3.00	3.50	200.00	10.50	2,100.00	1.20	2,293.20			
	VETA	PIEDAD	Cro 100	3.00	3.00	210.00	9.00	1,890.00	1.20	5,896.80			
			Cro 100	3.5	3.50	110.00	12.25	1,347.50	1.20	4,204.20			
			Suma 2950						2,020.00	103.25	29,907.50		93,093.00
			2920	CUERPO	MARIELA	Cro Alimak 935	3.5	3.50	30.00	12.25	367.50	1.30	1,242.15
Chi Alimak 935	2	2.00				80.00	4.00	320.00	1.20	998.40			
Cro 2920	3.5	3.50				50.00	12.25	612.50	1.20	1,911.00			
Gal 2920	3.5	3.50				190.00	12.25	2,327.50	1.20	2,541.63			
Chi 2920	1.5	1.50				50.00	2.25	112.50	1.20	351.00			
Chi 2921	1.5	1.50				50.00	2.25	112.50	1.20	351.00			
Rpa 2921	3.5	3.50				170.00	12.25	2,082.50	1.20	6,497.40			
Cro 2921	3.5	3.50				30.00	12.25	367.50	1.20	1,146.60			
Suma 2920						650.00	69.75	6,302.50		15,039.18			
2900	CUERPO	MARIELA	Cro 4000	3.00	3.50	40.00	10.50	420.00	1.20	1,310.40			
Suma 2900						40.00	10.50	420.00		1,310.40			
2850	CUERPO	MARIELA	Chi Alimak 185	2	2.00	50.00	4.00	200.00	1.20	624.00			
			Cro Alimak 185	3.5	3.50	35.00	12.25	428.75	1.30	1,449.18			
Suma 2850						85.00	16.25	628.75		2,073.18			
Total general						5,965.00	566.00	84,530.00		257,873.79			

Nota: Se esta considera la sobre rotura los desquinces de radio curvatura, desquinces de refugio, cuneta y camaras de tableros electricos

Tabla 6.2 Programa de Producción 2014

PROGRAMA DE PRODUCCION 2014													
Dia/Mes	30	28	30	30	30	30	30	30	30	30	30	358	
Prod./Mes	51,000	47,600	51,000	51,000	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	620,600	
Prod./Dia	1,700	1,700	1,700	1,700	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,734	
AÑO 2014													
ESTRUCTURA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
PROGRAMA DE PRODUCCION TAJOS													
VETAS													
PRODUCCION TOTAL VETAS	7,900	7,500	8,300	8,300	9,800	9,800	9,800	9,800	9,800	9,800	9,800	9,800	110,400
LEYES DE VETAS													
- Pb(%)	1.60	1.50	1.57	1.39	1.56	1.63	1.65	1.57	1.16	1.09	1.12	1.09	1.40
- Zn(%)	6.39	6.56	6.28	6.59	6.86	6.52	6.77	6.63	6.19	6.26	6.50	6.67	6.52
- Agl(Oz/TM)	2.41	2.42	2.51	2.41	2.29	2.47	2.19	2.02	2.03	1.93	1.76	1.61	2.15
- Cu %	0.60	0.61	0.69	0.62	0.62	0.71	0.62	0.55	0.57	0.58	0.52	0.46	0.59
- Au (Gr/TM)	1.31	1.29	1.34	1.44	1.44	1.30	1.04	1.05	0.96	1.03	1.21	1.17	1.21
MANTOS													
PRODUCCION TOTAL MANTOS	17,000	15,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	16,150	16,650	16,500	15,550	198,850
LEYES DE MANTOS													
- Pb(%)	1.97	1.98	1.87	1.85	1.91	1.96	1.94	2.12	1.84	1.68	1.45	1.39	1.83
- Zn(%)	7.11	7.20	7.06	7.12	7.21	7.02	6.98	6.70	6.80	6.97	7.39	7.68	7.10
- Agl(Oz/TM)	1.04	1.05	1.00	1.00	1.04	1.03	1.00	1.09	1.05	1.07	1.13	1.14	1.05
- Cu %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05
- Au (Gr/TM)	0.18	0.19	0.18	0.18	0.14	0.13	0.13	0.15	0.16	0.15	0.15	0.15	0.16
CUERPOS													
PRODUCCION TOTAL CUERPOS	24,500	23,400	24,000	24,000	24,850	24,850	24,350	24,350	24,850	24,350	24,200	24,550	292,250
LEYES DE CUERPOS													
- Pb(%)	1.52	1.62	1.59	1.58	1.56	1.52	1.51	1.51	1.50	1.52	1.57	1.63	1.55
- Zn(%)	8.15	7.90	7.96	7.83	7.88	7.94	7.87	8.07	8.10	8.02	7.83	7.66	7.94
- Agl(Oz/TM)	0.94	0.84	0.87	0.77	0.76	0.74	0.69	0.68	0.68	0.69	0.76	0.79	0.77
- Cu %	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
- Au (Gr/TM)	0.51	0.51	0.52	0.50	0.51	0.53	0.45	0.45	0.46	0.46	0.36	0.32	0.47
STOCK WORK													
PRODUCCION TOTAL STOCK WORK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEYES DE STOCK WORK													
- Pb(%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- Zn(%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- Agl(Oz/TM)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- Cu %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
- Au (Gr/TM)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TAJOS	49,400	45,900	49,300	49,300	51,650	51,650	51,150	51,150	50,800	50,800	50,500	49,900	601,500
LEYES DE TAJOS													
- Pb(%)	1.69	1.72	1.69	1.64	1.68	1.69	1.68	1.73	1.55	1.49	1.45	1.46	1.62
- Zn(%)	7.51	7.45	7.37	7.38	7.47	7.37	7.36	7.34	7.32	7.33	7.40	7.44	7.39
- Agl(Oz/TM)	1.21	1.17	1.19	1.13	1.14	1.16	1.08	1.07	1.06	1.05	1.05	1.05	1.11
- Cu %	0.15	0.14	0.16	0.15	0.16	0.18	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.15
- Au (Gr/TM)	0.52	0.54	0.54	0.55	0.56	0.54	0.45	0.46	0.46	0.47	0.46	0.43	0.50
AVANCES	1,600	1,700	1,700	1,700	850	850	1,350	1,350	1,700	1,700	2,000	2,600	19,100
LEYES DE AVANCES													
- Pb(%)	0.98	0.94	1.04	1.02	0.94	0.94	0.92	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.90
- Zn(%)	6.58	6.52	6.70	6.67	6.53	6.53	6.50	6.33	6.31	6.32	6.32	6.29	6.45
- Agl(Oz/TM)	0.75	0.76	0.74	0.74	0.76	0.76	0.77	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.77
- Cu %	0.13	0.15	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.15	0.16	0.16	0.16	0.18	0.14
- Au (Gr/TM)	0.39	0.39	0.39	0.42	0.48	0.48	0.47	0.51	0.49	0.49	0.50	0.46	0.45
GRAN TOTAL	51,000	47,600	51,000	51,000	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	620,600
LEYES DE PRODUCCION													
- Pb(%)	1.67	1.69	1.66	1.62	1.67	1.67	1.66	1.70	1.52	1.47	1.43	1.43	1.60
- Zn(%)	7.48	7.42	7.34	7.36	7.45	7.35	7.34	7.31	7.29	7.30	7.36	7.39	7.37
- Agl(Oz/TM)	1.20	1.15	1.18	1.11	1.13	1.16	1.07	1.07	1.06	1.04	1.04	1.04	1.10
- Cu %	0.15	0.14	0.16	0.15	0.16	0.18	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
- Au (Gr/TM)	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.54	0.45	0.47	0.46	0.47	0.46	0.43	0.50

6.1.2 Necesidad de Relleno

Dada la Producción el relleno a requerir producto de la explotación será el siguiente:

RESUMEN CALCULO NECESIDAD DE RELLENO		
PRODUCCION (tms)	MINERAL (tms)	RELLENO(m3)
AÑO	620,600.00	206,867
MES	51,716.67	17,239
DIA	1,723.89	575
TURNOS	861.94	287

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

6.1.3 Balance Metalurgico

Del Balance Metalúrgico obtenemos los siguientes datos:

PRODUCTO	TONELAJE	% PESO
Cabeza	620,600.00	100.00
Concent. Cobre	1,052.70	0.17
Concent. plomo	15,422.41	2.49
Concent. Zinc	79,156.25	12.75
Relaves	524,968.64	84.59
Cab. Calculada	620,600.00	100.00

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

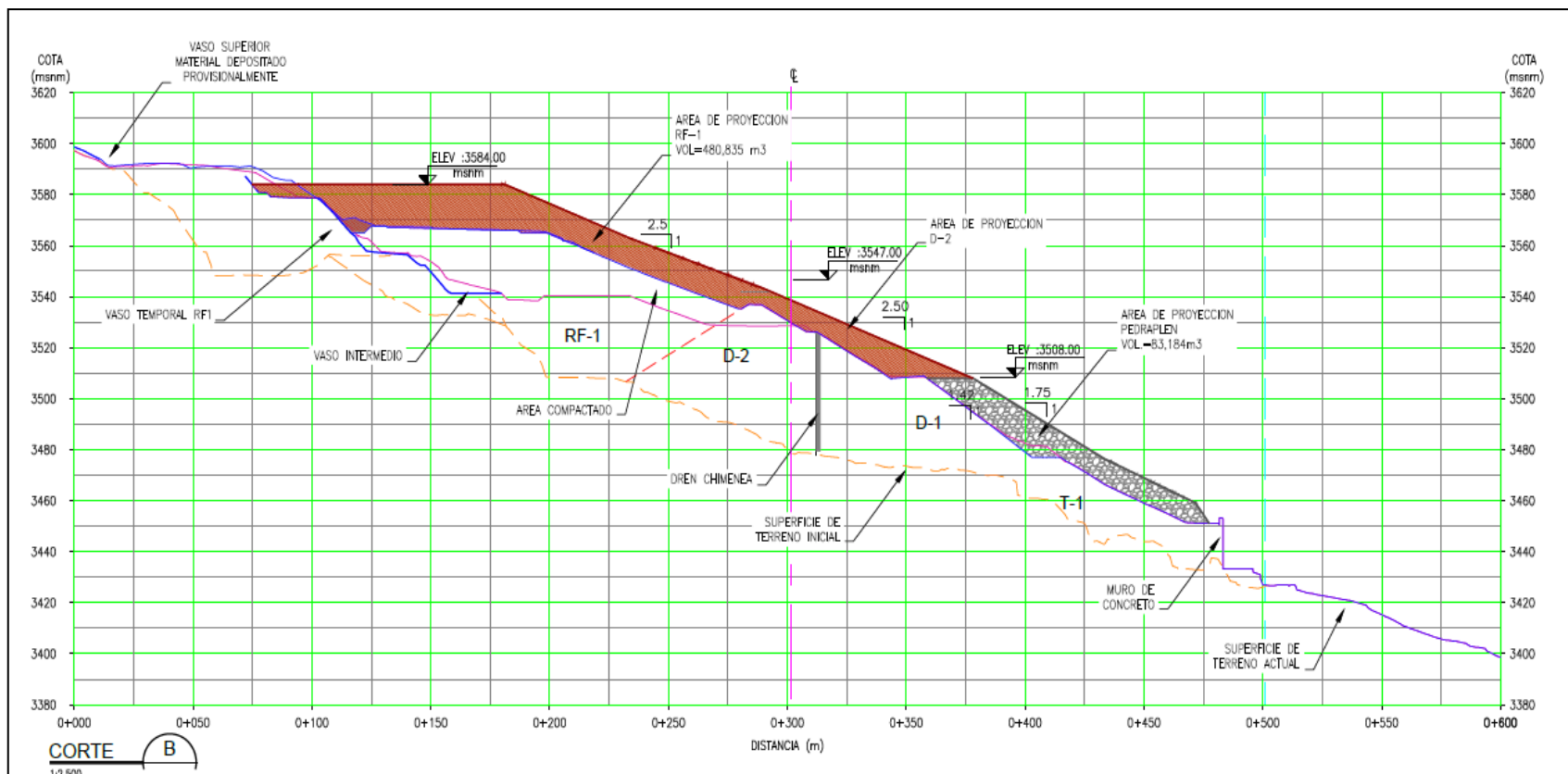
6.2 ANTECEDENTES

CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C., teniendo la necesidad de contar con Zonas de Depósito de Relaves producto de las operaciones, viene realizando estudios para ingresar Relave a interior Mina.

Este Relave ingresará a los Tajos de Producción (Operativos e Inoperativos) como parte de una Mezcla entre Relave y Material Detrítico.

La CHSM SAC, tiene como meta principal en el 2014 otorgar mayor vida útil a los Depósitos de Relaves de Ramahuaycco, los cuales a la fecha poseen como un estimado proyectado de capacidad de almacenaje a Julio del 2015 a un plan de producción de 1,500 TMD.

Tabla 6.1.- Estimación de vida útil de la Relavera Ramahuaycco, sin utilizar pie de Sánchez Julio 2015 que representaría
913,586.50 TMS



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

6.2.1 DISEÑO DE LA MEZCLA DE RELAVE + DEMONTE

Para el estudio de la mezcla del relave con el Desmonte de Mina, en las diferentes proporciones necesitadas, se le encargo a una Empresa Consultora Especializada, ver Anexo N° 01.

6.2.1.1 Procedimiento de Laboratorio por la Empresa Consultora Especializada

- Se procederá a efectuar la determinación del contenido de humedad en el tiempo y determinar, el tiempo necesario para poder obtener una humedad del relave igual al 11%.
- Se realizara el análisis granulométrico y clasificación SUCS, tanto del relave como del desmonte de mina a emplear.
- Seguidamente se procederá a efectuar el diseño de mezcla, del relave con el material de desmonte de mina; mezcla que tendrá como máximo un 40% de finos presentes.
- La mezcla deberá presentar una humedad promedio entre 6% y 7%, el que será el producto final, calculándose para ello la granulometría y determinando la clasificación del material obtenido

6.2.1.2.- Proceso de Laboratorio, pesado de muestra de Relave



El procedimiento de laboratorio seguido consiste en determinar la variación de la Humedad de material de Relave, con la aplicación de CAL en 0.5% en peso, para este ensayo se uso 30 kg de Relave con 0.15 Kg de CAL.

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

6.2.1.3.- Determinación del contenido de humedad inicial



Para poder determinar la variación del contenido de humedad en el tiempo, luego de la aplicación de la CAL, se ha procedido al mezclado de los materiales y calcular la humedad en cada hora posterior al mezclado.

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

6.2.1.4.- Mezcla del Relave con CAL - I



Se ha procedido a realizar la mezcla del Relave con CAL en proporción en peso de 0.5% . Fuente: Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.



Se ha procedido a realizar la mezcla del Relave con CAL, uniformizando el material y procediendo a extenderlo, para poder así controlar la variación de la humedad en el tiempo.

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

6.1.1.5.- Mezcla del Relave con CAL - II



Mezcla de Material de Relave con CAL, luego de una hora de mezclado.
Fuente: Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.

6.2.1.6.- Determinación del Análisis Granulométrico



Análisis granulométrico por tamizado del material de Desmorte de mina.
Fuente: Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.

6.2.2 Del estudio realizado por la empresa consultora se denota lo siguiente, Ver Anexo N° 01 informe presentado por la Empresa Consultora:

- Las mezclas definidas para el material a ser dispuesto en interior mina son: 2:1 y 1:1 (Relave: Desmonte Mina), y arrojan los siguientes resultados teóricos, obtenidos de 100Kg. De desmonte extraídos de interior Mina.

Tipo de mezcla	Clasificación SUCS	% finos malla # -200
2 :1	SM	45.22 %
1 : 1	GM	33.90%

- El tipo de suelo obtenido en la mezcla de 2:1 es Arena Limosa con Grava (SM).
- El tipo de suelo obtenido en la mezcla 1:1 es Grava Limosa con Arena (GM).
- Ambos suelos, no son drenantes, es decir mantendrán características de suelo impermeable, que deberán ser contrastados con una evaluación a mayor nivel.
- El material a ser colocado en las labores de explotación, estará en el rango de 6 a 7% de humedad, humedad que queda retenida en el material, por lo que deberá cuidarse la manera de disponerla y no ser saturada por filtraciones.
- La disposición de los relaves en interior mina, de otorgarse la factibilidad permitirá otorgar mayor tiempo de vida útil de la única Relavera operativa con la que cuenta CHSM.SAC – Ramahuaycco, quien en la actualidad solo tiene 1.5 años y se espera alargar su vida hasta 2,017.

6.2.2.1 Descripción de los Trabajos.

- Ingresar los Relaves a Interior mina y depositarlos en cámaras, a fin de ser mezclados con el Desmorte de Mina en proporciones de 2:1 y 1:1 (Relaves: Desmorte Mina).
- Humedad metalúrgica promedio de los relaves en época ideales (Estiaje) 14.5%; Humedad de los desmontes de Mina 5.5%.
- Para secar los relaves se tienen proyectados, efectuado el uso de la CAL en una proporción de 2%; a fin de obtener 1.5% de menor contenido de esta en el material.
- El siguiente proceso de secado de relaves, será utilizando equipo Motoniveladora en capas de 0.30m y/o Tractor de Orugas con rastra Poli disco en capas de 0.50m, ambos trabajos para reducir los casi 3% de humedad tomará aproximadamente 03 días, aprovechando las condiciones climáticas favorables (sol).

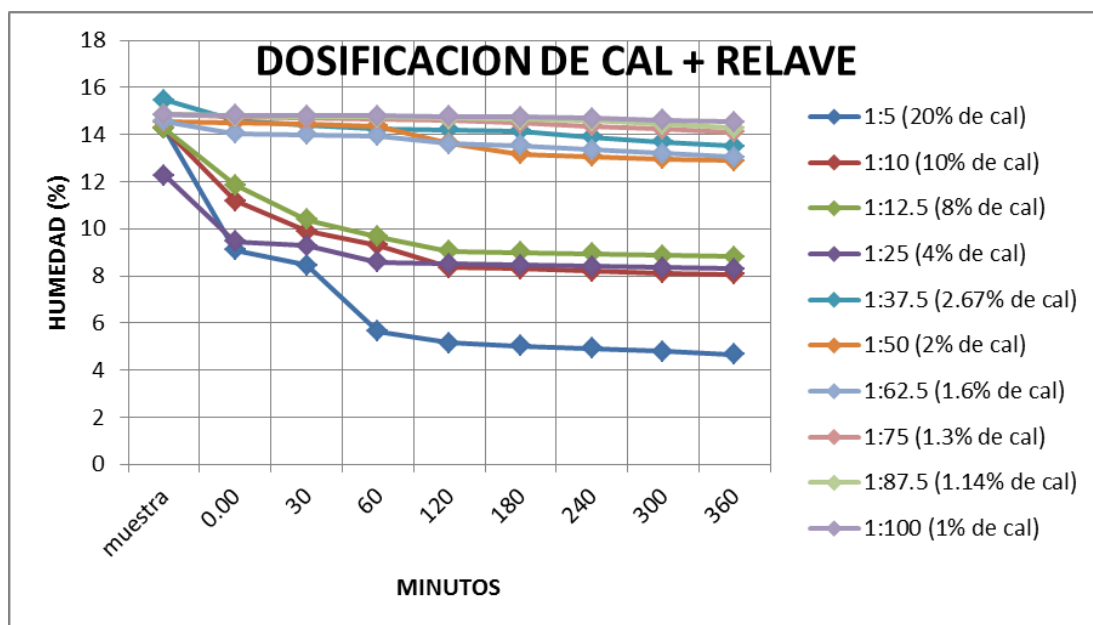


Figura 6.1 Cuadro estadístico del secado de relaves con cal.

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

- Características de los relaves, contenido de finos + 69.20% que pasa la malla -#200, suelo considerados en la clasificación SUCS como ML (ver anexo N°01 Informe de la Empresa Consultora).
- Características de los Desmontes de mina, con +5.26 % que pasa la malla -#200, suelo considerado en la clasificación SUCS como GW-GM (ver anexo N°03 Informe de la Empresa Consultora).
- Se cuentan con dos áreas definidas para el secado de los relaves Amanda (vaso en la cota 3817.00 msnm) y Pacuni, vaso superior (cota 3235.90 msnm); la primera permanece temporalmente llena gran parte del año, al alojar en ella los relave en época de lluvia.

HUMEDAD (METALURGICA)	AGREGANDO (2 % USO DE CAL)	MANIPULEO (DISPOSICIÓN / CAPAS)	HUMEDAD RESULTANTE
14.5%	1.5%	± 3%	10.5%

Zona secado	Cota (msnm)	Área (m²)
Amanda	3817.00	9,381.70
Pacuni (Vaso superior)	3235.90	2,735.00

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

6.2.2.2- Material a Mezclar

Para la Mezcla de Materiales según proporciones necesitaremos Relave y Desmonte para lo cual presentamos lo siguiente:

6.2.2.2.1 Generación de Relaves

El Relave a considerar es el producto del Tratamiento de la Producción realizada durante el año.

6.2.2.2.- Generación de Desmonte

En la generación de desmonte para el proyecto se está tomando como base las labores programadas a realizar en el 2014, de estas labores se considerara las que se ejecuten en material estéril como Rampa y Cruceros en Desarrollo y algunas labores que se tienen programadas en mineral, para estas labores se tiene que del total de material el 60% es económico (mineral) y el 40% restante es no económico por la dilución y la potencia que tiene en tramos la mineralización, que se tiene en el momento del laboreo.

También se está considerando la obtención del relleno de los Tajos Inoperativos los cuales fueron explotados en su momento, con el Método de Cámaras y Pilares combinado con Corte y Relleno Ascendente, los rellenos fueron depositado durante la explotación de su último corte, al retirar el desmonte estamos considerando que se dejara un abertura que variará de 4 a 6 metros dependiendo de las condiciones del macizo rocoso.

6.2.2.3.- Generación de Desmonte por Programa de Avances.-

Para la obtención del tonelaje total de desmonte se está considerando los siguientes parámetros:

- ✓ La sección de la labor ancho x alto = área
- ✓ Área x longitud programada = volumen
- ✓ Factor de sobre rotura, se está considerando, los desquinches de radio de curvatura, cruceros de refugio, estocadas para tableros eléctricos y de jumbos, desquinches al techo para el carguío al volquete o a dumper y las cunetas.
- ✓ Y la densidad que se tiene del desmonte es $d=2.6$ que multiplicada al volumen nos da las TM.
- ✓ Logrando obtener 257,874 TM de desmonte producido.

6.2.2.4.- Generación de Desmonte por Tajos Inoperativos

Para la obtención del tonelaje total de desmonte se está considerando los siguientes parámetros:

✓ Tajos inoperativos que han sido explotados con el Método de Explotación de Cámaras y Pilares con Corte y Relleno ascendente, en los cuales se recuperara el relleno hasta dejar una abertura entre corona y piso la cual se encontrara entre 4 y 6 metros dependiendo a las condiciones geomecánicas de las zonas explotadas (inoperativas). Este material se retirara con la finalidad de tener mayor disposición de desmonte para ser mezclado con el relave.

Al recuperar el desmonte depositado en los Tajos Inoperativos se obtiene el siguiente Tonelaje:

TAJOS INOPERATIVOS (2 : 1)				
NV	TJ	Recuperar Piso	Altura Labor (m)	Volumen Relleno Recuperado
3000	187	2	6	3,426
3000	186 A	2	8	2,288
3000	186 B	0	4	-
3000	186 B	2	6	4,187
3000	185	2	6	2,256
2980	185	2	4	2,880
2975	527	0	6	-
3000	280	2	4	7,760
3000	201	2	4	3,120
3050	456	0	40	-
3040	19	0	13	-
3070	651	0	19	-

TOTAL M 3 **25,917**

TOTAL TM **67,384**

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

Haciendo una sumatoria de los Tajos Inoperativos tenemos 67,384 TM este tonelaje sería el recuperado de las labores inoperativas con la finalidad de ser mezcladas con el relave y luego se depositarían en los tajos.

6.2.2.5.- Capacidad de Almacenamiento en Tajos Inoperativos

Capacidad que se tendría en los Tajos Inoperativos para almacenar Mezcla de Relaves más Desmonte:

TAJOS INOPERATIVOS (2 : 1)							
NV	TJ	Altura Labor (m)	Area Calculada	Volumen Rellenar	Proporción Mezcla	Volumen Relave	Volumen Desmante
3000	187	6	2,141	10,277	(2 : 1)	6,851	3,426
3000	186 A	8	1,430	9,152	(2 : 1)	6,101	3,051
3000	186 B	4	6,500	20,800	(2 : 1)	13,867	6,933
3000	186 B	6	2,617	12,562	(2 : 1)	8,375	4,187
3000	185	6	1,410	11,740	(2 : 1)	7,827	3,913
2980	185	4	1,800	5,760	(2 : 1)	3,840	1,920
2975	527	6	750	3,600	(2 : 1)	2,400	1,200
3000	280	4	4,850	15,520	(2 : 1)	10,347	5,173
3000	201	4	1,950	6,240	(2 : 1)	4,160	2,080
3050	456	40	330	13,200	(1 : 1)	6,600	6,600
3040	19	13	172	3,526	(2 : 1)	2,351	1,175
3070	651	19	53	1,007	(2 : 1)	671	336

Densidad de Relave	2
Densidad de Desmante	2.6

TOTAL M 3 113,384 **TOTAL M 3** 73,389 39,995

TOTAL TM 250,765 **TOTAL TM** 146,779 103,986

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

Dimensionando los tajos Inoperativos se tendría lo siguiente: 250,765 TM sería la cantidad de material que ingresaría entre relave y desmante en los tajos inoperativos de los cuales 146, 779 TM sería de Relave y 103,908 de Desmante.

6 .2.2.6.- Generación de Desmante producto del Avance durante el año

Del Programa Anual de Avances 2014, obtenemos la cantidad de material (desmante) que se obtendría. Este sería 257,874 TM.

PROGRAMA ANUAL DE AVANCES LINEALES 2014	
SITUACION	PROGRAMADO
TOTAL PROG.(m)	TM
5,965.00	257,873.79

(Nota: Se está considerando la sobrerotura, los desquinces de radio curvatura, desquinces de refugio, cuneta y cámaras de tableros eléctricos).

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

6.2.2.7.- Generación de Desmante obtenido por Tajos Inoperativos y por Avances Lineales.

El Desmante obtenido de los Tajos Inoperativos y producto del Avance de labores es el siguiente:

DESMONTE OBTENIDO	
DESMONTE PRODUCTO DEL AVANCE (TMH)	272,057
DESMONTE RECUPERADO DE TAJOS INOPERATIVOS (TMH)	67,384
TOTAL TMH	339,441

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

Estas 339,441 Tm sería la cantidad de desmante que se tendría para ser mezclado y depositado en los Tajos Inoperativos y Operativos.

6.3 MEZCLA DE RELAVE Y DESMONTE

Para la elaboración de la mezcla se tiene dos escenarios que a continuación se detalla:

- I. Escenario 1: se realizara la mezcla en dos proporciones de relave con una de desmante. (Tajos Inoperativos).
- II. Escenario 2: se realizara la mezcla de una proporción de relave con una proporción de desmante. (Tajos Operativos).

✓ Para ambas propuestas se partirá del tonelaje según Metas Físicas (Programa para Explotación de Tajos) programado para Mina en el 2014, en el cual este sería tratado por Planta y del cual se obtendrá un tonelaje de Relave.

✓ La cantidad propuesta para ingresar de relave se detalla en los cuadros siguientes, la humedad con la cual se ingresara el relave a Mina está determinada

por las mejoras en Planta (Costo ya asumido en años anteriores, ya que se tiene una Planta de Filtrado de Relaves) y al tratamiento que se realizó al relave por el Área de IROC-Ingeniería de Relaves y Obras Civiles (este tratamiento lo realizan para depositar relaves filtrados y compactados en las Relaveras, este costo está dentro de su Costo Operativo de compactado y deposito en relaveras).

6.3.1 Relave y Desmante que ingresaría a Mina

Los siguientes cuadros muestran la cantidad de Desmante y Relave que ingresaría a Mina para ser mezclados y depositados en los Tajos Operativos-Inoperativos, los cuales albergan mezclas diferentes.

DESMONTE QUE INGRESARA	
	TMH
PARA MEZCLA (2 : 1) Tajos Inoperativos	73,389
PARA MEZCLA (1 : 1) Tajos Operativos	290,045
TMH	363,435
RELAVE QUE INGRESARA	
	TMH
PARA MEZCLA (2 : 1) Tajos Inoperativos	146,779
PARA MEZCLA (1 : 1) Tajos Operativos	290,045
TMH	436,824

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

Tomando como Dato la cantidad de Desmante Generado producto del laboreo y recuperación de Tajos inoperativos versus la cantidad de Desmante requerido tenemos lo siguiente:

DESMONTE EN DEFICIT	
	TMH
DESMONTE OBTENIDO POR AVANCES	272,057
DESMONTE A NECESITAR	363,435
TMH	91,378

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

Estaríamos con un déficit en Desmonte de **91,378 TMH**, para lo cual tendremos que abastecernos con Material de cantera. En este Caso contamos con una Cantera denominada Sánchez la cual alberga desmonte de interior mina el cual en años anteriores se extrajo y se depositó en ella, dado que no se tenía capacidad de almacenamiento en interior mina; aún seguimos depositando material en esta Cantera.

6.3.2 Relave que se utilizaría

Para la mezcla se utilizaría la siguiente cantidad de Relave:

RELAVE A USAR	
	TMH
RELAVE A USAR EN TAJOS	436,824
RELAVE DE PRODUCCION	580,090
TMH	143,267

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

Los **143,267 TMH** que restan serían llevados a la Relavera.

6.3.3 Ingreso de Relave a Interior Mina para el 1er año

Para el primer año se ingresaría a mina el siguiente tonelaje de Relave, tanto para los Tajos en explotación como a los Tajos Inoperativos el siguiente tonelaje.

RELAVE A USAR	
	TMH
RELAVE A USAR EN TAJOS	436,824
RELAVE DE PRODUCCION	580,090
TMH	143,267

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

6.3.4 Relave a usar luego del 1er año

RELAVE A USAR LUEGO DEL 1ER AÑO	
RELAVE QUE SE USARA EN LOS TAJOS	290,045
RELAVE QUE SE ENVIARA A LA RELAVERA	290,045

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

Esta sería la cantidad de Relave que se necesita para los Tajos y lo que resta se deposita en la Relaveras dando más tiempo de vida a las mismas.

6.4 ZONA DE PREPARACION DE LA MEZCLA

Para la zona de preparación de la mezcla se presenta los siguientes diseños:

6.4.1 Descripción del Proyecto de Cámaras para manipuleo de Relave y Desmonte

El Proyecto de excavación del laboreo minero estará ubicado en la zona más céntrica de la Mina ya que de allí se facilitara el transporte de la mezcla hacia los tajos de producción o donde la mezcla sea depositada.

El Proyecto contara de una *Cámara Principal* donde se realizara la mezcla, una *Cámara para el Descargue del Relave* y otra *Cámara para el descargue del Desmonte*.

La Cámara Principal o de Mezcla está diseñada para realizar la mezcla de 450 TM, dimensionada para la operación de los equipos que allí trabajen como un Scooptram de 6 Yds, y un Tractor de cadena D4K XL.

La Cámara de Acumulación de Relave esta dimensionada para depositar 300 TM y con las dimensiones adecuadas para que el volquete pueda tolvear el relave.

La Cámara para la Acumulación de Desmonte tendrá las mismas dimensiones que la Cámara de Relave.

Este costo de ejecución del laboreo para las cámaras de acumulación esta asumido por el Costo Operativo ya presupuestado.

6.4.2 Cámaras para Manipuleo de Desmonte

Para facilitar la mezcla en interior mina y con la finalidad de tenerla cerca de los Tajos en Producción se considera 02 diseños, las cuales cubrirían los Tajos en Amanda's, Piedad, Mariela's, Vilma.

6.4.2.1.- Sostenimiento para Cámaras del Diseño N° 01

El proyecto se realizará en roca tipo Regular A (IIIA RMR 51-60), en Conglomerado moderadamente fracturado GSI F/R, el sostenimiento que se colocara se considera de pernos de 7' espaciados a 1.20 m. y con malla electrosoldada en la totalidad de las cámara, en las cámaras de acumulación de relave y desmonte por la sección empleada las cuales implican un realce de la labor, se aplicara una capa de Shotcrete de 3" evitando así el cargado de mallas y posterior reforzamiento de sostenimiento.

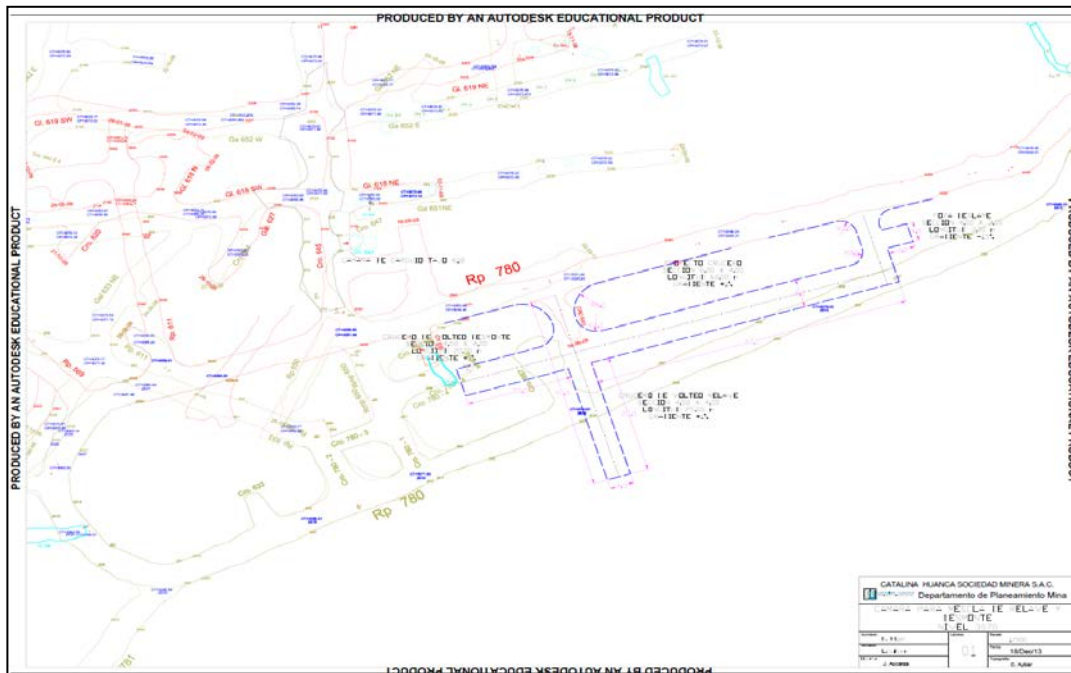


Figura 6.2 Diseño Cámara N° 01

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

6.4.2.2.- Sostenimiento Cámaras del Diseño N° 02

Si el proyecto se realizara en un tipo de roca como Caliza Regular A (IIIA RMR 51-60) a Regular B (IIIB RMR 41-50), con clasificación GSI F/R C , el sostenimiento a realizar es la colocación de pernos de 7” espaciados a 1.20 m. y con malla electrosoldada en la totalidad de las cámara, en las cámaras de acumulación de relave y desmonte por la sección que se tendrá en realce, se aplicara una capa de Shotcrete de 3” para evitar la deformación del macizo rocoso.

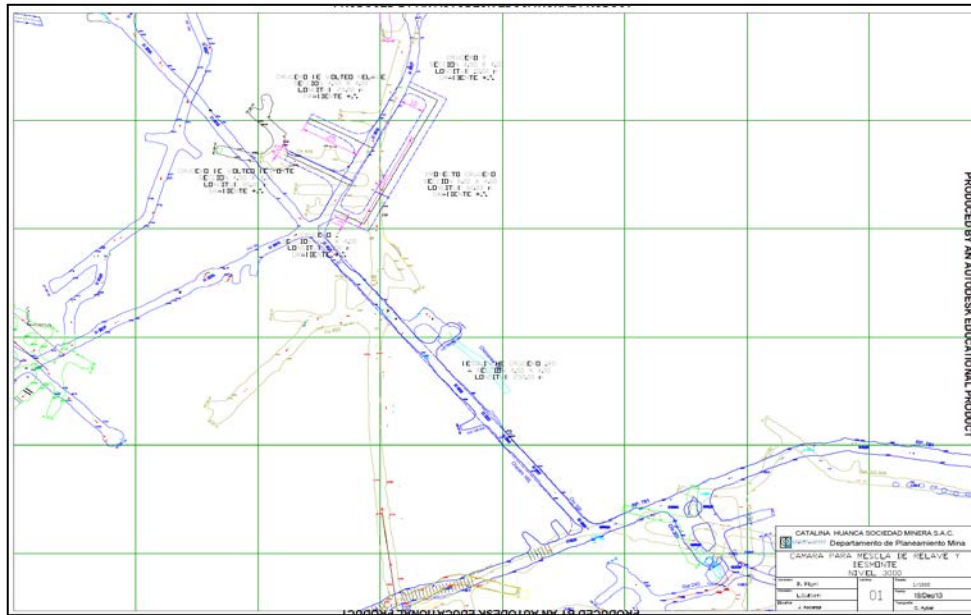


Figura 6.3 Diseño de Cámara N° 02

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

6.5 DISPOSICION ADECUADA DE LA MEZCLA

Para el Diseño de la Disposición adecuada de la mezcla en los Tajos se está considerando lo siguiente:

- **Tajos Operativos (Mezcla 1:1):**

La colocación de Drenes para la evacuación de las Aguas producto de la perforación y de las aguas subterráneas (lo cual sería mínimo).

Se está considerando colocación de Tapones luego de concluir su explotación.

- **Tajos Inoperativo (Mezcla 2:1):**

En los Tajos donde se rellenara con esta mezcla se está considerando la colocación de Tapones, como contingencia, para controlar un posible desplazamiento de la mezcla depositada en los Tajos,

6.5.1 Diseño de Drenes de acuerdo al Método Explotación del Tajo

Las labores a ser rellenadas estarán compuestas por drenes perimetrales según plano y tipo que ha sido explotado:

- ✓ Tajos explotados se considerara diseño de mezcla de Relave: Desmonte, 2.00:1.00 y las alturas a ser depositadas serán conformadas en capas de 0.50 m.
- ✓ Tajos en Proceso de explotación se considerara diseño de mezcla de Relave: Desmonte, 1.00:1.00 y las alturas de las capas de relleno serán como máximo de 0.30 m, y cada 2.5 m de relleno se tendera una cobertura en manta tipo Geomenbrana o similar.

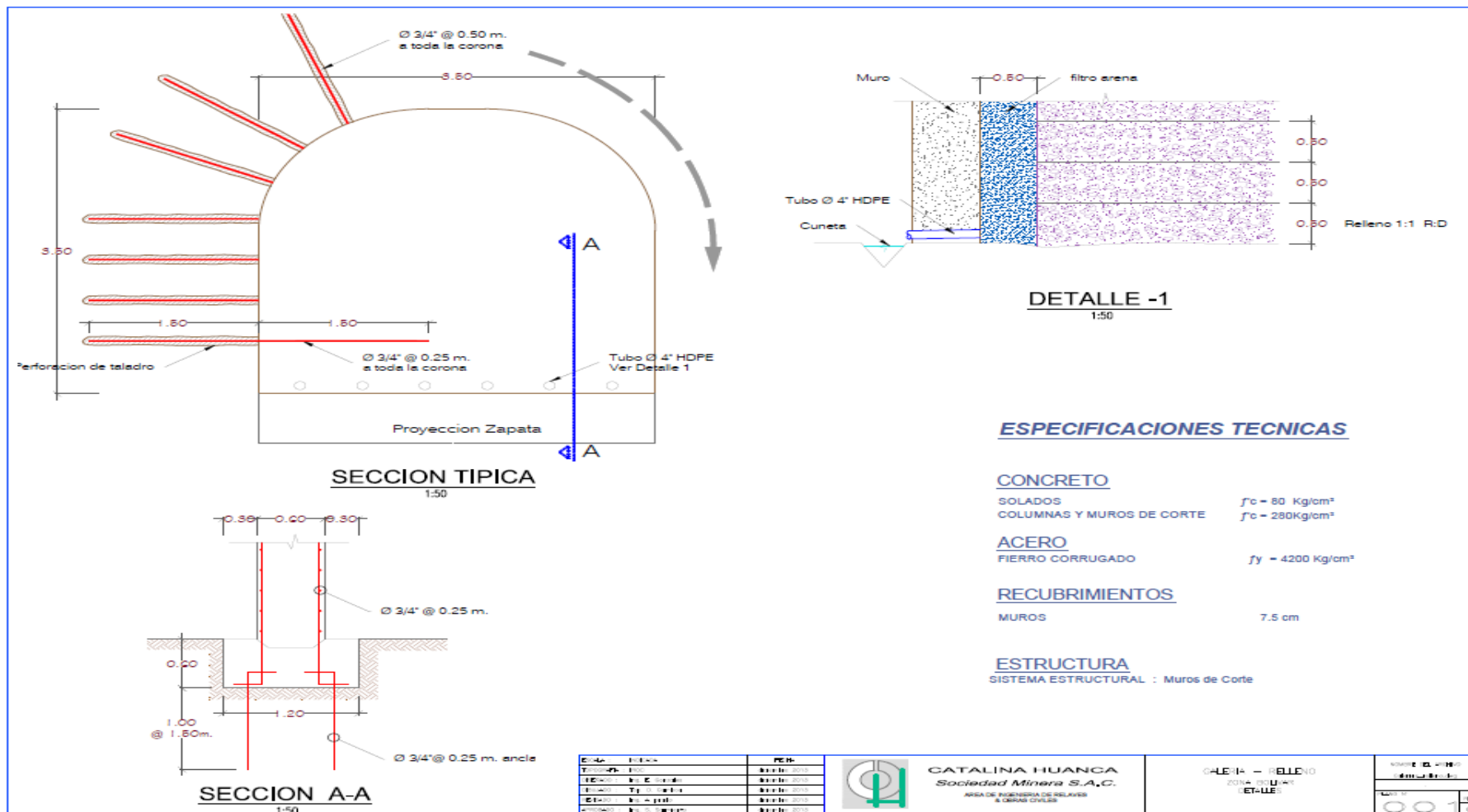
6.5.2 Diseño de Tapones de acuerdo al Método Explotación del Tajo Descripción.-

Consiste en la construcción de tapones de concreto armado en dos direcciones para realizar el llenado de las labores terminadas y en explotación las cuales tendrán las siguientes características: concreto 210kg/cm², encofrado en ambas caras las cuales la cara interior quedara cautiva, Acero de refuerzo fluencia 4200kg/cm² diámetro ¾”, toda la corona y piso de la construcción del tapón tendrán perforaciones con una profundidad de 1.00 a 1.50 m mínimo según tipo de roca, esto es para realizar el anclaje respectivo con fierro de ¾”.

La cimentación tendrá una zapata que estabilizara la estructura, para la instalación de la zapata mina realizara voladura para la cimentación según plano. En la parte inferior del muro se instalaran lloronas con tubería de 4” en HDPE según diseño por la cual servirá para desaguar las infiltraciones de la labor a rellenar y estas se direccionaran a las cunetas para su disposición final.

A continuación diseño de Tapón:

Figura 6.4 Diseño Tapón- Fuente: Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.



6.5.2.1 Diseño de la estructura Tapón (muro en Voladizo)

Esta sección se refiere a las prescripciones técnicas requeridas para todas las construcciones de concreto en la obra, tal como se especifica en esta sección y como se indican en los planos. Pre dimensionamiento: Se aplicara el método de muro en voladizo para la estructura a cimentar según datos:

DATOS

Ingresar valores solo en celdas de color celeste

Fc	210.00	Kg/cm2
Fy	4200.00	Kg/cm2
Ø	31.00	grados
μ	0.30	
γ	2.32	Tn/m3
ALTURA (H)	3.85	m
SOBRECARGA (W)	0.00	Tn/m2
h	0.30	m

PREDIMENSIONAMIENTO

		ASUMIR
ESPESOR DE ZAPATA (e)	0.32	0.35
c	0.16	0.30
b	0.32	0.50
BASE (L)	2.57	2.60
PUNTERA	0.86	0.90
TALON	1.39	1.40

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

El pre dimensionamiento se realiza mediante las dimensiones de la estructura y terreno, como la estructura estará cimentada en un suelo macizo no elástico como es en teoría no necesitara llave en el eje de la estructura.

CALCULO DE LOS EMPUJES

EMPUJE ACTIVO

\emptyset	0.541	radianes
$1-\text{Sen}\emptyset$	0.48496193	
$1+\text{Sen}\emptyset$	1.51503807	
Ka	0.320	

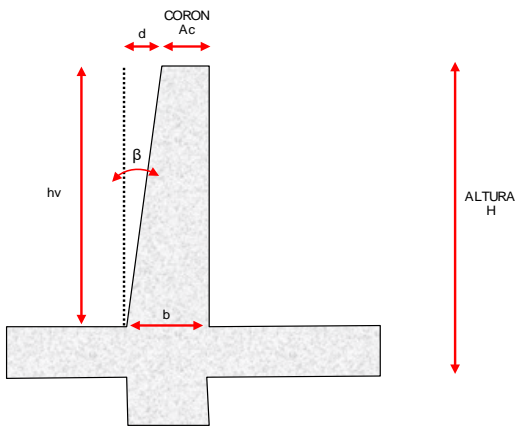
E a	5.504	
Pto. Aplicación	1.283	m

EMPUJE POR SOBRECARGA

$h_s = W / \gamma =$	0.000	m
----------------------	-------	---

E sobrecarga	0.000	
Pto aplicación	1.925	m

EMPUJE DINAMICO



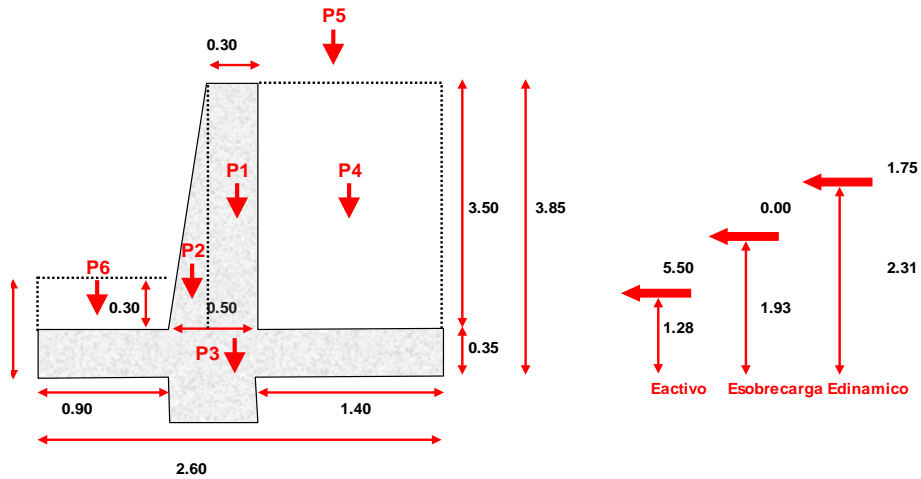
MONONOBE-OKABE

hv	3.5		
d	0.2		
i	0		
delta (δ)	0		
phi (\emptyset)	31	= 0.541	radianes
a	0.25		
Kh	0.125		
Kv	0		
teta (θ)	0.124	= 7.13	grados
beta (β)	0.0571	= 3.27	grados
Cos2(phi-teta-beta)	0.876		
Cos(delta+beta+teta)	0.984		
Sen(phi+delta)	0.515		
Sen(phi-teta-i)	0.405		
Cos(i-beta)	0.998		
Cos(teta)	0.992		
Cos2(beta)	0.997		

K ae	0.422	
E ae	7.257	Empuje activo dinamico
$\Delta E ea$	1.75	Diferencia de empujes
Pto aplicacion	2.31	m

$\sqrt{\frac{\text{Sen}(\text{phi}+\text{delta}) \cdot \text{Sen}(\text{phi}-\text{teta}-\text{i})}{\text{Cos}(\text{delta}+\text{beta}+\text{teta}) \cdot \text{Cos}(\text{i}-\text{beta})}}$	= 0.461
ψ	2.134

ANALISIS DE ESTABILIDAD



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

6.5.2.2.- Diseño Características de Filtro Relleno (Over Liner)

Consiste en materiales coluviales y/o fluvio torrenciales. El relleno filtro podrá obtenerse de canteras determinadas. El relleno estructural tendrá tamaño máximo de partícula de 20 mm (3/4 pulg.). Cualquier material mayor al permisible será retirado. El relleno filtro deberá estar conforme a la especificación de la tabla siguiente.

Especificaciones del Material de Relleno Filtro (Over Liner).

Tamaño de Malla Estándar	Porcentaje en Peso Seco que pasa la Malla
75 mm (3 pulgadas)	70-100
9.55 mm (3/8")	5-70
No. 200	0-5
Índice de Plasticidad	NP

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

CAPÍTULO VII
COSTO / BENEFICIO

7.1 COSTOS POR INGRESAR LA MEZCLA (RELAVE + DESMONTE) A INTERIOR MINA

Para determinar la factibilidad del Proyecto se analizara realizando un comparativo entre el Costo de los Equipos usados en Mina (manipuleo) vs el Costo por Manipuleo en Relavera, luego se realizara el Comparativo entre el Costo por Rellenar vs el Costo por Compactar:

7.1.1.- Costo de equipos por Manipuleo en interior Mina

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

COSTO POR MANIPULEO EN INTERIOR MINA				
	US\$/HR	H-D	DIA	US\$
DUMPER	65	16	365	379,600
SCOOPTRAM	42	8	365	122,640
TRACTOR D4	65	32	365	759,200
			TOTAL	1,261,440

7.1.2 Costo por Bombeo

Para el Costo de Bombeo desde interior mina hacia superficie se está considerando el costo de bombeo por hora en Kw, que se realiza en las diferentes estaciones de bombeo, siendo la suma total del costo la sumatoria de costos/hora de las estaciones de bombeo.

TMH DE RELLENO MEZCLADO INGRESADO A MINA (Tajos Inoperativos)			
	TMS	HUMEDAD	TMH
RELAVE	131,367	10.5%	146,779
DESMONTE	65,683	5.5%	73,389
TOTAL	197,050	8.8%	220,168
COSTO BOMBEO			
	TMH	HUMEDAD	VOLUMEN AGUA M3
TMH DE MESCLA PARA RELLENO	220,168	2.1%	4,697
VOLUMEN DE AGUA GENERADA PARA BOMBEO Lts.			4,696,917
COSTO BOMBEO POR HORA	USA \$ 19.5		
VOLUMEN DE AGUA BOMBEO POR HORA Lts.	108,000		
HORAS TOTAL DE BOMBEO	43		
COSTO TOTAL DE BOMBEO	848		

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

TMH DE RELLENO MEZCLADO INGRESADO A MINA (Tajos Operativos)			
	TMS	HUMEDAD	TMH
RELAVE	259,590	10.5%	290,045
DESMONTE	274,093	5.5%	290,045
TOTAL	533,683	8%	576,378
COSTO BOMBEO			
	TMH	HUMEDAD	VOLUMEN AGUA M3
TMH DE MESCLA PARA RELLENO	576,378	0.8%	4,611
VOLUMEN DE AGUA GENERADA PARA BOMBEO Lts.			4,611,022
COSTO BOMBEO POR HORA	USA \$ 19.5		
VOLUMEN DE AGUA BOMBEO POR HORA Lts.	108,000		
HORAS TOTAL DE BOMBEO	43		
COSTO TOTAL DE BOMBEO	833		

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

COSTO POR BOMBEO	
	US\$
BOMBEO DE AGUA	1,680.60

7.1.3.- Costo por Filtros - Dren

COSTO POR FILTRO		
	US\$/TM	TM MEZCLA
FILTRO	0.83	290,045.17
	TOTAL	240,737.49

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

7.1.4.- Costo por tapones

PRESUPUESTO

Proyecto: CONSTRUCCION DE TAPONES DE CONCRETO ARMADO 3.5X3.5m INTERIOR MINA

Cliente: CATALINA HUANCA SM SA

Fecha: DICIEMBRE - 2013

CODIGO	DESCRIPCION	Unidad	Metrado	Precio	Total
01.00.00	ESTRUCTURAS				
01.01.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	VJE	2.00	214.29	428.57
01.01.02	MOVILIZACION DE MATERIALES A OBRA	VJE	2.00	535.71	1,071.43
01.01.03	INSTALACIONES VARIOS	GLB	1.00	214.29	214.29
01.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.02.01	EXCAVACION DE TERRENO NORMAL EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SEMIDURO - COMPACTADO	M3	4.10	13.28	54.39
01.02.02	EXCAVACION MANUAL EN ROCA SUELTA	M3	5.12	15.94	81.59
	ACARREO INTERNO DE DESMONTES, DEMOLICIONES Y EXCEDENTES DE EXCAVACIONES	M3	5.12	12.28	62.83
01.03.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
01.03.01	ENCOFRADO DE MUROS Y COLUMNAS CON ACABADO CARAVISTA Max 3M	M2	38.40	17.58	675.02
01.03.02	CONCRETO FC=280 KG/CM2 EN MUROS	M3	12.24	188.72	2,309.95
01.03.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	KG	909.44	2.22	2,017.01
01.03.04	INSTALACION DE ANCLAJES C/EPOXICO	UND	45.00	8.93	401.79
	COSTO DIRECTO			US\$	7,316.86
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES (25%)				1,829.21
	SUB TOTAL				9,146.07
	IGV (18%)				1,646.29
	TOTAL PRESUPUESTO			US\$	10,792.37

SON: DIEZ MIL SETECIENTOS NOVENTIDOS Y 37/100 DOLARES AMERICANOS

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

COSTO POR TAPON		
	UND	TM MEZCLA
TAPON DE CONCRETO ARMADO 3.50 X 3.50 M	13	10,792
	TOTAL	140,301

7.1.5.- Costo Comparativo Del Relave Compactado Y La Mezcla Depositada En Los Tajos

COSTO TOTAL	
	US\$
COSTO POR MANIPULEO EN INTERIOR MINA	1,261,440.00
COSTO POR FILTRO	240,737.49
COSTO POR TAPON	140,301.00
COSTO POR BOMBEO	1,680.60
TOTAL	1,644,159

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

COSTO TOTAL	
	US\$/TM
COSTO por depositar la mezcla en interior mina	3.76

Dato.- US\$/TM 7.33, obtenido del comparativo del Budget y el Real ejecutado.

COSTO DE DEPOSITAR EN RELAVERA		
	UND	COSTO
COMPACTADO EN SUPERFICIE	US\$	7.33

DIFERENCIA ENTRE COMPACTAR EN RELAVERA E INGRESAR A MINA	
TOTAL US\$ / TM	3.57
TM	436,823.84
TOTAL US\$	1,557,759.66

CONCLUSIONES

1. Si se deposita relaves en Interior mina según el cuadro presentado la vida útil se prolongara a 3.8 años.

	AÑOS DE VIDA			
	2,014	2,015	2,016	2,017
PRODUCCION DE RELAVE	580,090	580,090	580,090	580,090
INGRESO A MINA	436,824	290,045	290,045	290,045
SALDO POR COMPACTAR	143,267	290,045	290,045	290,045
CAPACIDAD RAMAHUAYCO	913,587	770,320	480,275	190,230

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

AÑOS DE VIDA	
2014	913,587
2015	770,320
2016	480,275
2017	190,230
TIEMPO DE VIDA (AÑOS)	3.8

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

2. Según lo explicado por parte Geomecanica, Hidrogeología, Hidrología, la Calidad del Macizo Rocoso, Balance de Agua, Filtraciones en época seca y época de lluvia, tenemos que la gran mayoría de los Tajos de Producción se encuentran secos.
3. Haciendo el comparativo entre el Compactado en la Relavera Ramahuayco vs el ingreso de Relave + Desmante tenemos un ahorro de anual de 1'557,357 US\$.

4. Aparte de lo explicado tenemos labores antiguas en Zonas superiores al Nv 3189 (San Martín, Marina), en los cuales tendríamos una capacidad de almacenar hasta 300,000 TMH de Mezcla (Relave + Desmonte) en el transcurso 3 años prolongara la Vida Útil de la Relavera Ramahuayco, sin embargo faltan mayores estudios de accesibilidad a las labores.

5. Actualmente estamos trabajando en proyecto de: Utilización de relaves para obras civiles y construcción de vías. Para lo cual se requiere alrededor de 40 000 TMH por año, y en su totalidad 80 000 TMH.

RECOMENDACIONES

1. Cuidar la calidad del Desmonte y almacenarlo adecuadamente en una cámara de almacenamiento, a fin de no elevar el contenido de humedad obtenido.
2. El material a ser colocado en las labores de explotación, estará en el rango de 6 a 7% de humedad, humedad que queda retenida en el material, por lo que deberá cuidarse la manera de disponerla y no ser saturada por filtraciones.
3. Monitorear una evaluación de mezcla y conformado a mayor nivel, a fin de contrastar la misma con estos ensayos aleatorios.

BIBLIOGRAFIA

1. Plan de Minado 2014Catalina Huanca.
2. Informe de Ingeniería de Relaves y Obras Civiles.....Catalina Huanca.
3. Informe de Costos y Presupuestos..... Catalina Huanca.
4. Estudios Geomecanico.....Catalina Huanca.
5. Estudios Hidrológicos.....Catalina Huanca.
6. Estudios Geológicos..... Catalina Huanca.
7. Informe Técnico de SVS Ingeniero..... Empresa del Grupo SRK.
8. Decreto Supremo DS – 055- 2010.....MEM