

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA**



**“INICIO DE OPERACIONES EN LA UNIDAD MINERA  
BREAPAMPA - BUENAVENTURA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

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

**ELABORADO POR:  
TITO RUBEN NEIRA DE LA TORRE**

**ASESOR:  
ING. ELVIS WILLIAM VALENCIA CHÁVEZ**

**LIMA - PERÚ**

**2013**

## **DEDICATORIA**

A Dios, mi amada hija, toda mi familia y a mis padres, quienes siempre estuvieron atentos para darme el estímulo y seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Gerencia y todos los integrantes del área de Operaciones Mina de la Unidad Minera Breapampa – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A., por haberme dado la Oportunidad y hecho sentir parte de esta familia.

## RESUMEN

El siguiente informe de suficiencia comprende el inicio de operaciones en la Unidad Minera Breapampa - Ayacucho, esta es la primera Mina explotado a tajo abierto y administrado directamente por la Cía. De Minas Buenaventura S.A.A. al mismo tiempo la primera mina operativa de tajo abierto iniciado en esta localidad.

En el inicio y proceso de operaciones se pudo encontrar diferentes dificultades, que generalmente se presentan cuando una operación minera se inicia; a comparación de grandes Unidades Mineras la Unidad Breapampa es de menor escala, por lo cual se sigue una secuencia de minado limitado, debido a la capacidad de equipos y tamaño del Pad para la recuperación de finos en Planta.

Un aspecto importante en la Unidad Breapampa es el minado de los Boulder (Mineral Coluvial) en la cual influye su costo para ser minado, de esto depende también la ampliación de la reserva de la Mina, que deberá ser explotado en paralelo con mineral de tajo y de esta manera realizar un blending apropiado para cumplir con el plan de minado mensual considerando las leyes planificadas.

En el presente informe se considera también la responsabilidad Social en la explotación de recursos y la buena relación con las comunidades aledañas respetando el medio ambiente; cabe mencionar que esta región es nueva en actividades mineras y es responsabilidad de la Empresa en dar buena imagen en Minería para actividades futuras.

Se muestra el ciclo de minado (perforación, voladura, carguío, acarreo, descarga), proceso metalúrgico, planeamiento de minado.

## **ABSTRACT**

The following adequacy report includes operations beginning in Breapampa Mining Unit - Ayacucho, this is the first open pit mine operated and administered directly by Cía. De Minas Buenaventura S.A.A. and at the same time the first open pit mine operating in this location.

At the beginning in the operation processes could be found different difficulties, which usually arise when a mining operation start, in comparison with large Mining Units, Breapampa is a smaller Unit, which follows a sequence of mining limited, due to equipment capacity and Pad size for recovering fines in Plant.

An important aspect in Breapampa Unit is the mining of boulders (Colluvial Mineral) which influences the cost to be mined, this also depends on the expansion of the mine reserves, which should be operated in parallel with pit ore and in this way to make a proper blending to meet the monthly mine plan considering the planned laws.

The report is also considered as a Social responsibility in the resource exploitation and good relationship with the surrounding communities by respecting the environment, it should be mentioned that this region is new in mining and the responsibility of the Company is to provide a good image in Mining for future activities.

It shows mining cycle (drilling, blasting, loading, hauling, unloading), metallurgy process, mining planning.

## INDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCION</b>	14
<b>CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES</b>	
1.1. Antecedentes	16
1.2. Localización	18
1.3. Accesibilidad	19
1.4. Geomorfología	20
1.5. Infraestructura y Equipos	21
<b>CAPITULO II: GEOLOGIA</b>	
2.1. Geología Regional	23
2.2. Geología del Depósito Parccaorcco	27
2.2.1. Litología y Control Estructural	27
2.2.2. Alteración y Mineralización	29
2.3. Geología de la Zona Coluvial	33
2.4. Reservas Tajo Parccaorcco	34
<b>CAPITULO III: OPERACIONES MINA</b>	
3.1. Actividades de Operación	38
3.1.1. Perforación y Voladura	39
3.1.1.1 Perforación	39
3.1.1.1.1 Equipos y Parámetros de perforación	40
3.1.1.2 Voladura	40
3.1.1.2.1 Equipos, Accesorios y Agentes de Voladura	44
3.1.2. Reducción de Costo en Perforación y Voladura	45
3.1.3. Carguío, Acarreo y Servicios Auxiliares	45
3.2. Comparación de Costo de Minado para Boulders	47
3.2.1. Introducción	47

3.2.2. Coluvial Parccaorcco (Boulders)	48
3.2.3. Equipos Utilizados	49
3.2.4. Elección de Flota	49
3.2.5. Comparación de costos de Minado	50

#### **CAPITULO IV: PROCESO METALURGICO**

4.1. Chancado y Clasificación	53
4.2. Lixiviación	55
4.2.1. Carguío de Mineral a la Plataforma de Lixiviación	55
4.2.2. Lixiviación del Mineral y Manejo de Soluciones	58
4.2.3. Bombeo de la Solución Lixivante	60
4.2.4. Colección de Solución Rica (Pregnant)	60
4.2.5. Bombeo de Solución Rica (Pregnant)	61
4.3. Recuperación con Carbón Activado	61
4.3.1. Adsorción en Columnas de Carbón Activado	61
4.3.2. Desorción y Electrodeposición	62
4.3.3. Lavado Químico del Carbón	64
4.3.4. Regeneración Térmica del Carbón	64
4.3.5. Manejo de Carbón Activado	65
4.4. Tratamiento de Efluentes	66
4.5. Pad de Lixiviación	68
4.5.1. Sistema de Subdrenaje del Pad de Lixiviación	71
4.5.2. Sistema de Impermeabilización, Revestimiento y Protección	72
4.5.2.1. Suelo de Baja Permeabilidad	72
4.5.2.2. Revestimiento de Geomembrana LLDPE SST de 1.5 mm	73
4.5.2.3. Sobre Revestimiento	74
4.5.3. Sistema de Colección de Solución	75
4.5.4. Apilamiento del Mineral	76
4.5.5. Manejo de Flujos de Excedentes Dentro del Pad	77
4.6. Depósito de Desmonte Mina	78

## **CAPITULO V: GEOMECÁNICA**

5.1. Análisis Geomecánico y Estabilidad de taludes	80
5.1.1. Trabajos de Campo	80
5.1.2. Ensayo de Laboratorio en Mecánica de Rocas	82
5.1.2.1. Parámetros Geotécnicos	84
A.- Brecha Hidrotermal	84
B.- Toba de Sílice Laminar	84
C.- Toba de Sílice Vuggy	85
D.- Toba Silicificada	85
E.- Toba Argílica	85
F.- Suelo Residual de Limolita	86
G.- Suelo Residual de Toba Sílice Vuggy	86
H.- Suelo Coluvial de Toba Sílice Vuggy	87
I.- Parámetros de Estabilidad	87
5.1.3. Evaluación Geomecánica	88
5.1.3.1. Dureza o Resistencia	89
5.1.3.2. Grado de Fracturamiento (RQD)	89
5.1.3.3. Condiciones de Fracturas	90
5.1.3.4. RMR	90
5.1.4. Parámetros Geomecánicos de las Discontinuidades	91
5.1.5. Propiedades Geomecánicas	92
5.1.6. Parámetros de Resistencia del macizo Rocoso	94
5.1.7. Análisis de Estabilidad de Taludes en el Programa SLIDE	97
5.1.7.1. Definición de Dominios Estructurales	101
5.1.7.2. Definición de Familias de Discontinuidades	101
5.1.7.3. Identificación de Cuñas Potenciales	102
5.1.7.4. Análisis Estereográfico de Bancos	102
A.- Falla Planar	104
B.- Falla en Cuña	104
5.1.7.5. Determinación de Posibilidad de Falla de la cresta de Banco	105

5.1.7.6. Ancho Mínimo de Banquetas de Seguridad	107
5.1.7.7. Fallas en la Cresta de los bancos	108
5.1.7.8. Diseño Genérico de Bancos Simples, Dobles y Triples	111
5.1.8. Zonificación Geomecánica	113
A.- Zona 1	114
B.- Zona 2	114
C.- Zona 3	114
D.- Zona 4	114
E.- Zona 5	115
5.1.8.1. Análisis de Talud Global	115
5.1.5.2. Metodología de Análisis de Estabilidad	116
5.1.8.3. Factor de Seguridad Mínimo	116
5.1.8.4. Condiciones de Análisis	117
5.1.8.5. Resultados Obtenidos	117
<b>CAPITULO VI: PARÁMETROS DE LA MINA</b>	
6.1. Diseño del Tajo	119
6.2. Plan de Minado	122
6.3. Costos de Minado	123
<b>CAPITULO VII. PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS</b>	
7.1. Introducción	125
7.2. Política de relaciones comunitarias	127
7.3. Plan de Relaciones Comunitarias	128
<b>CONCLUSIONES</b>	131
<b>RECOMENDACIONES</b>	133
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	135
<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla Nº 1,2:</b> Equipos de minado Breapampa	22
<b>Tabla Nº3:</b> Inventario de Minerales en Breapampa	37
<b>Tabla Nº4:</b> Total de Boulders (Coluvial) en Breapampa	47
<b>Tabla Nº5:</b> Elección de Flota para minado de Boulders	49
<b>Tabla Nº6:</b> Calculo de minado con equipos de alquiler	50
<b>Tabla Nº7:</b> Calculo de minado con equipos Mota (Contractual)	51
<b>Tabla Nº8:</b> Ubicación y orientación de Taladros Geomecánicos	81
<b>Tabla Nº9:</b> Resultados de Ensayos de Compresión no Confinada	83
<b>Tabla Nº10:</b> Resultados de Ensayos de Propiedades Físicas	83
<b>Tabla Nº11:</b> Resultados de Ensayos de Compresión Triaxial	83
<b>Tabla Nº12:</b> Resumen de propiedad de la roca	87
<b>Tabla Nº13:</b> Propiedades de Mohr – Coulomb	88
<b>Tabla Nº14:</b> Propiedades Geomecánicas Promedio	93
<b>Tabla Nº15:</b> Resultados de Ensayos por Zona de Análisis	94
<b>Tabla Nº16:</b> Estimación de Valores de GSI Tipo de Roca	95
<b>Tabla Nº17:</b> Parámetros de Resistencia del Macizo Rocoso	96
<b>Tabla Nº18:</b> Valores Mohr-Coulomb Para la Resistencia del Macizo Rocoso	97
<b>Tabla Nº19:</b> Máximos ángulos inter-rampa recomendados	100
<b>Tabla Nº20:</b> Orientación de Familias de Juntas	102
<b>Tabla Nº21:</b> Sectorización del tajo para análisis estereográfico	103
<b>Tabla Nº22:</b> Análisis Estereográfico-Posibilidad de Falla en la Cresta del Banco	106
<b>Tabla Nº23:</b> Diseño Genérico de Bancos de Seguridad	111
<b>Tabla Nº24:</b> Zonificación Geomecánica del Tajo Breapampa	115
<b>Tabla Nº25:</b> Factores de Seguridad Mínimos	116
<b>Tabla Nº26:</b> Resultados de Estabilidad Falla Global	118
<b>Tabla Nº27:</b> Parámetros de diseño del Tajo Final (Parccaorcco)	120
<b>Tabla Nº28:</b> Parámetros Geométricos del Diseño de Tajo (Boulder)	121
<b>Tabla Nº29:</b> Costos Unitarios de Operación Mina	123
<b>Tabla Nº30:</b> Programa de producción del Tajo Parccaorcco	124
<b>Tabla Nº31:</b> Cronograma del Plan de relaciones Comunitarias	129

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1:</b> Ubicación y Accesibilidad	20
<b>Figura 2.1:</b> Geología Regional	26
<b>Figura 2.2:</b> Geología Local	26
<b>Figura 2.3:</b> Columna estratigráfica del Cerro Parccaorcco y alrededores.	29
<b>Figura 2.4:</b> Sección L-925, Interpretada de alteraciones, Cerro Parccaorcco.	33
<b>Figura 2.5:</b> Solido de óxidos en el tajo Parccaorcco.	36
<b>Figura 3.1:</b> Perforación en el Tajo Parccaorcco	39
<b>Figura 3.2:</b> Diseño de Carga	41
<b>Figura 3.3:</b> Carguío de Taladros	41
<b>Figura 3.4:</b> Carguío de Taladros	42
<b>Figura 3.5:</b> Almacenamiento del Nitrato	42
<b>Figura 3.6:</b> Tapado de Taladros	43
<b>Figura 3.7:</b> Hidrogel encartuchada; 7/8 x 8"; Maxam, utilizado para precortes	43
<b>Figura 3.8:</b> Accesorios de Voladura	44
<b>Figura 3.9:</b> Carguío de volquetes	46
<b>Figura 3.10:</b> Identificación de los Boulders	48
<b>Figura 3.11:</b> Comparación de costos (Boulders)	52
<b>Figura 3.12:</b> Ubicación de los Boulders	52
<b>Figura 4.1:</b> Diagrama de flujo en Operaciones Breapampa	54
<b>Figura 4.2:</b> Carguío de Mineral chancado	57
<b>Figura 4.3:</b> Descarga de Mineral chancado	57
<b>Figura 4.4:</b> Lift de mineral chancado en el Pad	57
<b>Figura 4.5:</b> Regado de Mineral en Pad, Malla de Riego 0.50 m x 0.63 m	59
<b>Figura 4.6:</b> Regado en talud de Mineral en Pad	59
<b>Figura 4.7:</b> Circuito de Adsorción	62
<b>Figura 4.8:</b> Vista Panorámica de Construcción de Pad	69
<b>Figura 4.9:</b> Vista Panorámica actual de llenado de mineral en Pad	70
<b>Figura 4.10:</b> Llenado de Pad y botadero Fase I	70

<b>Figura 4.11:</b> Vista Panorámica de la construcción de Pozas y Planta de Procesos	77
<b>Figura 4.12:</b> Vista actual de Planta y pozas	77
<b>Figura 4.13:</b> Vista Panorámica de la construcción de Botadero	79
<b>Figura 4.14:</b> Vista actual de Botadero	79
<b>Figura 5.1:</b> Estereograma Combinado de Taladros y Mapeos	101
<b>Figura 5.2:</b> Puntajes por Sectores para Fallas Planares y Cuña	107
<b>Figura 5.3:</b> Ancho Mínimo de Banqueta de Seguridad	108
<b>Figura 5.4:</b> Variabilidad en crestas de bancos debido a Juntas	109
<b>Figura 5.5:</b> Variabilidad en Crestas Asumidas	110
<b>Figura 5.6:</b> Diseño de Bancos Simple	112
<b>Figura 5.7:</b> Diseño de Bancos Dobles	112
<b>Figura 5.8:</b> Diseño de Bancos Triples	113
<b>Figura 6.1:</b> Diseño Final del tajo Parccaorcco	121
<b>Figura 6.2:</b> Modelo de bloques	122

## INTRODUCCION

La Unidad Minera Breapampa, propiedad de la Cía. de Minas Buenaventura S.A.A., es una mina de oro y plata, ubicada en el sureste del Perú, en el distrito de Chumpi, provincia de Parinacochas, en la Región Ayacucho. Se ubica en el área emplazada sobre los cerros Senccata, Anujaga, Pitonilla, Parccaorcco y Portaicholo a una altitud promedio entre los 3600 y 4200 msnm.

La Unidad Minera Breapampa comprende la explotación del Cerro Parccaorcco, el cual, por su proximidad a la superficie y por el volumen de mineral que se presenta bajo la forma de diseminado, está siendo explotado a tajo abierto.

Las actividades principales a desarrollados son: minado a tajo abierto, traslado del mineral a la plataforma de lixiviación, lixiviación del mineral con solución de cianuro de sodio, recuperación de metales de oro y plata a través del proceso de Carbón en Columnas es llevado a la Unidad de Antapite (Huancavelica) para el proceso de la fundición y obtención de barras doré.

Este proceso permitirá explotar económicamente 5'121,129 TM de mineral con una ley de oro de 1.27 g/t, una ley de plata de 21.97 g/t, y recuperaciones de 65% y 10%, respectivamente.

El nivel de procesamiento máximo será de 8 000 TMD para obtener como producto final, aproximadamente 129,595 onzas de oro y 344,886 onzas de plata.

Según los recursos actuales ubicados en el Cerro Parccaorcco y considerando un nivel de producción inicial de 5,000 toneladas por día y un máximo de producción de 8,000 toneladas por día, se proyecta la explotación del tajo en un período de 3 años.

## **CAPITULO I**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1. Antecedentes**

La mina Breapampa es una mina de oro propiedad de la Cía. de Minas Buenaventura S.A.A., de capital peruano.

- En los años Noventa se definieron áreas con alteración en zonas de Senccata y Chuspi Norte que fue trabajado por Hochschild y posteriormente mediante JV, perforado por North en el año 1998, en total se realizaron 5 sondajes RCD.
- En el año 2003 Newmont realiza trabajos de exploraciones, inicialmente con 7,000 has de denuncios, pero a partir de resultados de bleg se incrementó las áreas denunciadas, incrementándose las propiedades a 92,789.97 has, cubriendo las áreas de Senccata, Torpuya y Breapampa.
- En agosto del 2003 Newmont, previa entrega de una Declaración Jurada, inicia los trabajos de perforación (4 sondajes RCD en el área de Senccata)
- En Julio del 2004, previa negociación con los propietarios del cerro Parccaorcco se inician las perforaciones en el mismo descubriéndose

mineralización diseminada de Au-Ag, habiéndose realizado 19 sondajes RCD, totalizando 2 512m.

- A inicios del 2005, se consiguen 3 convenios para la perforación de 37 taladros con la aprobación de 3 Declaraciones Juradas categoría "B", los cuales son ejecutados a partir de Abril del mismo año, realizando 6 sondajes diamantinos, totalizando 1416.50m.
- En el año 2006 se tienen premisos para perforaciones en los Prospectos Andrea, Senccata, Consuelo y Torpuya.
- En el año 2007, Compañía de Minas Buenaventura S.A.A toma control del proyecto continuando con la campaña de exploraciones en Breapampa, realizando labores de definición de recursos, mediante un infill drilling en el cerro Parcaorcco con el objetivo de evaluar modelar y definir recursos minables de mineral aurífero en óxidos, los trabajos realizados confirman un Recurso mineralizado de 200,000 Onz Au.
- En el año 2008, se inició el reconocimiento geológico del total de concesiones mineras, propiedad en ese momento de Newmont, evaluando los 14 prospectos más importantes. Adicionalmente en esos años se perforan el prospecto Senccata, Pucagallo, Brecha Norte-Sur.
- En el año 2009 Cía. de Minas Buenaventura toma la opción de compra de Breapampa siendo propietaria del 100% de las concesiones.
- En el año 2010 se prepara y presenta el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), a la vez que se concluyen los estudios de Pre factibilidad.

- En febrero 2011 se aprueba el Estudio de Impacto Ambiental RD N°035-2011-MEM\_AAM, iniciando posteriormente el proceso de Construcción de la Mina.

## **1.2. Localización**

La Unidad Minera Breapampa es una Mina de oro y plata ubicado en el sureste del Perú, en el distrito de Chumpi, provincia de Parinacochas, en la Región Ayacucho. Se ubica en el área emplazada sobre los cerros Senccata, Anujaga, Pitonilla, Parccaorcco y Portaicholo, a una altitud promedio entre los 3600 y 4200 msnm.

Las concesiones mineras de la UEA corresponden en un 100% a Cía. de Minas Buenaventura, se encuentran enmarcadas desde el Norte de la Laguna Parinacochas hasta el Sur de Palla Palla, cubren un área de 36,489.98 has que involucran 47 concesiones, inmersas dentro de estas se tienen 01 concesión(600has) de Altura Minerals(actualmente se encuentra concesionada a Buenaventura) y 02 concesiones(1600has) de CM Horizonte(antes pertenecían a Meridian); los trabajos realizados el año 2012 han estado orientados a reevaluar las zonas mineralizadas como parte de esos trabajos se ha definido y perforado la zona del Coluvial(Boulder) ubicado al Oeste del tajo Parccaorcco.

### 1.3. Accesibilidad

El acceso a la Mina se puede realizar siguiendo tres vías alternas:

- La primera, parte de Lima, a través de la carretera Panamericana hasta Nazca, luego a Puquio en carretera pavimentada; a partir de este punto la ruta es afirmada siguiendo por Coracora, Chumpi, Carhuanilla y Breapampa, con un recorrido total de 761 km.
- La segunda, inicia con el tramo Lima-Nazca a través de la carretera Panamericana, continuando hasta Chala por una carretera pavimentada y a partir de este punto por una carretera afirmada hacia Pullo, Carhuanilla y Breapampa, con un recorrido total de 757 km.
- La tercera ruta, inicia con el tramo Lima-Nazca-Atico por la carretera Panamericana, luego Caravelí, Pausa, Coracora, Chumpi, Carhuanilla y Breapampa, con un recorrido total de 998 km.



**Figura 1.1:** Ubicación y Accesibilidad

**Fuente:** Informe de planeamiento Unidad Breapampa

#### 1.4. Geomorfología

La zona presenta un paisaje montañoso que comprende cimas de montañas y laderas con diversas pendientes (que van desde los 15% a más de 75%) y afloramientos rocosos, hacia la parte baja se observan llanuras aluviales y coluvio-aluviales conformando las terrazas usadas para la agricultura de secano principalmente; fondos de quebradas estrechos y taludes de fuertes pendientes.

La temperatura característica del clima frío de la zona ha registrado una temperatura máxima de 19,1°C en el mes de diciembre del 2006 y una temperatura mínima de -8,6°C en el mes de julio del 2007.

La precipitación sigue las características del clima de sierra teniendo como época de lluvias los meses de diciembre a marzo, siendo la precipitación máxima registrada en ese periodo de 228,6 mm/mes registrada en el mes de enero. Para la denominada época de estiaje que corresponde al periodo de Abril-Noviembre la precipitación mínima registrada fue de 0 mm/mes.

La Humedad relativa presenta un valor máximo entre 60 y 78% en los meses de lluvia y de 43 a 51% en los meses de estiaje. La evaporación mensual máxima registrada fue la de enero del 2008 siendo de 180 mm/mes y la mínima 14,5 mm/mes en junio del 2007.

La velocidad de viento máxima del viento fue de 10,52 m/s en el mes de diciembre del 2006. Los vientos tienen predominantemente dirección del Nor-Noreste (NNE) al nornoroeste (NNO).

### **1.5. Infraestructura y Equipos**

La unidad minera Breapampa cuenta con una chancadora primaria con una capacidad de 8000 toneladas por día.

Los equipos con los que se cuenta se indican en la tabla N° 1:

**Tabla N° 1:** Equipos de minado Breapampa

	EQUIPO	MODELO	MARCA	CANTIDAD
MINADO	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	PC600LC-8 K50154	KOMATSU	1
	CARGADOR FRONTAL	966H	CAT	2
	VOLQUETES 20m <sup>3</sup>	P-460 CB8x4	SCANIA	12
	TRACK DRILL	D245S	SANDVIK	1
	TRACTOR	D8T	CAT	2
	TRACTOR	D6N 0LJR00377	CAT	2
	CAMABAJA	N1020	VOLVO	1
	CAMION CISTERNA COMBUSTIBLE	WD3DLC960BL5	MERCEDES	1
MITO. VÍAS	RETROEXCAVADORA	420E	CAT	1
	MOTONIVELADORA	140M B9D02236	CAT	1
	RODILLO AUTOPROPULSADO	CS533E 0TJL01	CAT	1
	VOLQUETE 15m <sup>3</sup>	P-460 CB6x4	SCANIA	1
	CAMION CISTERNA AGUA	M2106 D4Z-817	FREIGHTLINER	1

Fuente: Proforma presentado por Mota Engil

**Tabla N° 2:** Equipos de minado Breapampa

Denominación de objeto técnico	Modelo del equipo	Matrícula vehículo (Serie)	Fabricante del activo fijo
TORRE DE ILUMINACION	MLT3060M/0078	1112803	MAGNUM
TORRE DE ILUMINACION	MLT3060M/0078	1112806	MAGNUM
TORRE DE ILUMINACION	MLT3060M/0078	1112804	MAGNUM
TORRE DE ILUMINACION	MLT3060M/0078	1112801	MAGNUM
TORRE DE ILUMINACION	MLT4060MMH	1003574	MAGNUM
TORRE DE ILUMINACION	MLT3060	1106168	MAGNUM
TORRE DE ILUMINACION	MLT3060	1101373	MAGNUM
CAMION CISTERNA COMBUSTIBLE	BGY-766	WD3DLC962BL5412	MERCEDES
CAMION LUBRICADOR		C5X-888	HYUNDAI
GRUPO ELECTROGENO, P65E5	LMMU00137		FG WILSON
MAQUINA DE SOLDAR, RN-400	RN-400	265611-3650	RN400
MOTOSOLDADORA, V400		K2410-3-SZMZ	LINCOLN-ELECTRIC
COMPRESORA DE AIRE 15K3120H	CI 15K3120H	L-5/17/2011-00015	CAMPBELL

Fuente: Proforma presentado por Mota Engil

## **CAPITULO II**

### **GEOLOGIA**

#### **2.1. Geología Regional**

El área del proyecto se ubica en los Andes Centrales, del sur del Perú, dentro del corredor Metalogénico E – O, controlado por la mega estructura de la deflexión de Abancay, y superpuesto por colapsos sucesivos de caldera, reactivación de los sistemas estructurales andinos e intrusiones tempranos y tardíos a la mineralización.

El escenario geológico regional se compone de unidades sedimentarias Mesozoicas del Cretáceo, una estratigrafía volcánica terciaria, volcánico-sedimentarias del Mioceno Medio (superior) al Pleistoceno asimiladas al Grupo Tacaza, Formación Alpbamba, Aniso y Grupo Barroso. Finalmente depósitos cuaternarios recientes. Al SW del Proyecto, en el área de Pullo (SW) aflora el basamento, representados por tonalitas, granodioritas y dioritas no diferenciadas, pertenecientes al Batolito de la Costa.

Descansando en discordancia angular sobre las rocas del complejo basal, se dan los sedimentos Mesozoicos (Jurásico – Cretáceo) que afloran al Sur de Sancos, Sur de la Laguna Parinacochas y se proyectan hasta el área de Pausa, están compuestos de areniscas, cuarcitas del Cretácico inferior (Grupo Yura), y sobreyaciendo a estos, secuencias discordantes de calizas (Formación Arcurquina).

El Cenozoico inferior, que aflora principalmente en toda el área de estudio, tiene su base en los alrededores del pueblo de Para, al SW del área de estudio, está representado por la Fm Para y está constituida de rocas sedimentarias (areniscas tobáceas de grano fino), intercaladas con piroclásticos.

Sobre estos y en contacto fallado, descansan las secuencias volcánicas Terciarias, controlados por varios centros principalmente de ambientes efusivos félsicos, representados a manera regional por el grupo Tacaza de edades Oligo-Miocénicas, con secuencias inferiores de flujos andesíticos a basálticos, y secuencias superiores compuestas principalmente de secuencias de flujos piroclásticos de tipo dacíticos, con algunas intercalaciones de composiciones andesíticas.

Posteriormente mediante evolución tectónica se reactiva el vulcanismo en el Sur central, controlado por centros volcánicos bordes de calderas etc. Y da comienzo al vulcanismo con características explosivas plinianas, altamente viscosos, de edades Miocénicos Medio – Pliocénicos representados por las formaciones Alpbamba, Sencca, y Anizo con edades que van desde 10.5 Ma. – 7.45 Ma.

Finalmente se genera el vulcanismo félsico principalmente de flujos, de composiciones ríodacíticas, andesíticas que género centros volcánicos en toda el área, identificados de manera regional, como el Barroso inferior y superior, de edades muy recientes Plio-Pleistocénicas.

En el área de estudio se observan varios centros volcánicos recientes que son parte del Grupo Barroso, los cuales van desde el centro volcánico Palla Palla de 2.5 Ma. Al volcán más reciente en el área que conforma el centro volcánico Sara Sara de edad post pleistocénica (posterior a la glaciación pleistocénica de edad 0.7 Ma.).

El volcánico Barroso se extiende a lo largo de toda el área de estudio, modelando la paleo-geomorfología, cubriendo depresiones, formando altiplanicies y en algunos casos cubren sistemas de alteraciones tempranas, en el proyecto se muestran con suave buzamiento 10° hacia el SE predominante. En otras zonas como Mina Apuyamo son el protolito de la roca mineralizada configurando otro metalotecto en toda la zona

La evolución histórica del tectonismo se caracteriza por presentar grados muy diversos de deformación, es así que las unidades mesozoicas están plegadas y falladas en su mayor parte, en tanto que las rocas cenozoicas tienen menor deformación. Las secuencias del Plioceno – Pleistoceno, generalmente tienen posiciones subhorizontales las cuales de manera local muestran gran distribución en el proyecto producto del intenso fallamiento/fracturamiento en diversos pulsos configurando niveles permeables favorables para el emplazamiento de mineralización diseminada de Au-Ag.

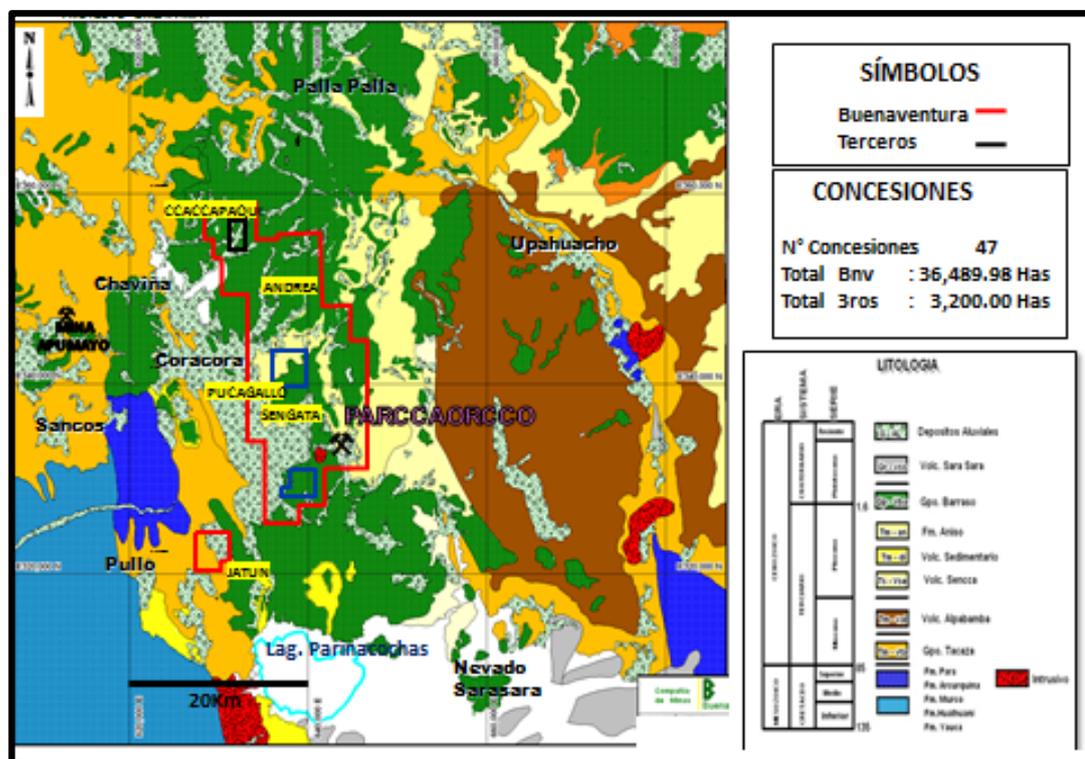


Figura 2.1: Geología Regional  
Fuente: Informe mensual de Geología-Unidad Breapampa

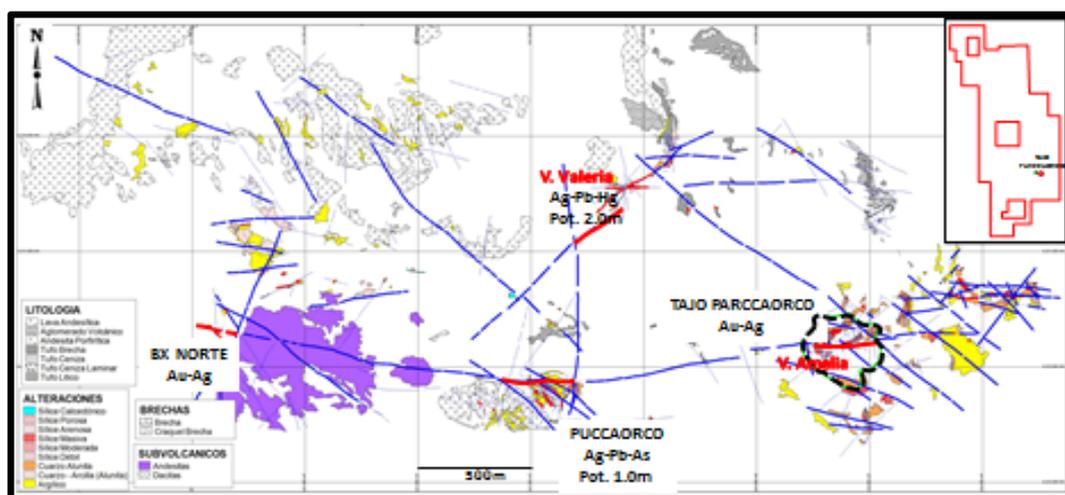


Figura 2.2: Geología Local  
Fuente: Informe mensual de Geología- Unidad Breapampa

## **2.2 Geología del Depósito Parccaorcco**

### **2.2.1. Litología y Control Estructural**

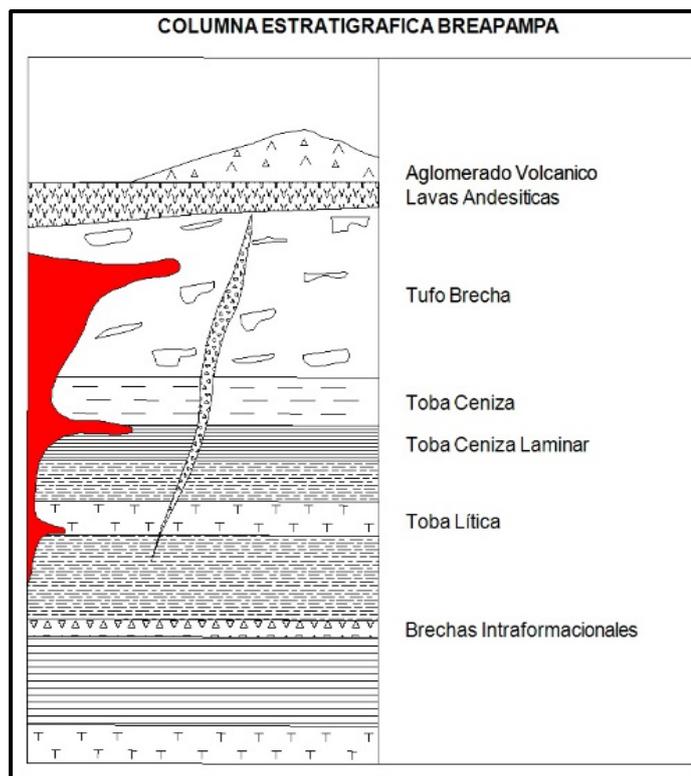
En el cerro Parccaorcco y alrededores, la columna estratigráfica del piso al techo es la base que emplaza una secuencia de tufos de ceniza laminar con capas con suave buzamiento de 10°SW con potencias de hasta 5cm. las que presenta canales de brecha intraformacionales con potencias de hasta 1,0m se muestran paralelas a la estratificación de las capas en la gran mayoría de las veces se les observa en la zona de contacto con las tobas de ceniza, se caracterizan por ser polimícticas con fragmentos de hasta 3cm subangulosos a subredondeados, suprayaciendo a las mismas se tienen tobas de ceniza con capas de hasta 0,5m potencia son de color blanquesina a gris clara las mismas muestran intercalaciones de tobas líticas de grano medio capas de hasta 0,40m depositadas en un ambiente lacustrino, sobreyaciendo se encuentra una secuencia piroclástica (tufos brecha) con clastos heterolíticos, presencia de pómez y fiammes, de manera local se han observado canales de brecha hidrotermal polimíctica(0,30m) que cortan todas las secuencias antes mencionadas; cubriendo todas las secuencias antes descritas se tienen aglomerados volcánicos y lavas prístinas de composición andesítica de color gris oscuras afaníticas y con magnetita diseminada se les observa principalmente al SE del cerro Parccaorcco presentan capas subhorizontales con suave buzamiento.

La mineralización muestra gran distribución en los tufos brecha, en la secuencia volcánica sedimentaria muestra menos desarrollo y las tobas líticas se

muestran un ligero aumento del desarrollo de la mineralización por ser un nivel más permeable para el mejor desarrollo de la mineralización.

Estructuralmente, el Cerro Parccaorcco muestra una gran disturbación tectónica la mineralización aprovecha estas zonas de gran debilidad para desarrollarse no obstante el sistema E-W es el principal control de la mineralización.

El Mapeo realizado ha permitido definir varias estructuras subparalelas a la misma, otro sistema no menos importante es N50°-60°W y como sistemas de segundo orden se tiene NE y como cierre al N-S; estos controles han formado un sistema de bloques que afectan las secuencias, los cuales se muestran como bloques que caen y suben en forma de pilares. De manera más local se han observado brechas hidrotermales que muestran gran desarrollo en los tufos brechas las mismas se presenta cortando toda secuencia aflorante.



**Figura 2.3:** Columna estratigráfica del Cerro Parcaorcco y alrededores.  
**Fuente:** Informe mensual de Geología - Unidad Breapampa

### 2.2.2. Alteración y Mineralización

La mineralización en el proyecto muestra un doble control, litológico y estructural los ensambles mineralógicos de las rocas alteradas, muestran filiación con los sistemas epitermales de alta sulfuración donde afloran cuerpos, brechas y capas silicificadas con texturas sacaroideas o cavernosas sobreimpuestas por varias generaciones de brechas hidrotermales y sílice cargados con sulfuros e importantes concentraciones en Au y Ag.

La alteración que muestra gran desarrollo es la sílice porosa está formada por cuarzo de grano fino con cavidades o espacios abiertos que varían desde menos de 1mm a varios centímetros de ancho; se observan desde superficie hasta los

primeros 30m. Se forma cuando los fluidos magmáticos ascendentes se condensan al entrar en contacto con rocas saturadas con agua que originan fluidos ácidos y como consecuencia lixivian la roca. Se presenta afectando a las tobas brecha principalmente y se caracterizan por presentar alunita plumosa intercrecida en las cavidades de lixiviación. Además, se observa niveles de sílice crema y venillas de sílice gris a negra el incremento de las mismas va asociada directamente al aumento de los valores de Au-Ag.

La sílice masiva es una roca microcristalina y masiva en partes oblitera totalmente el protolito. Se encuentra principalmente por debajo de la sílice porosa afectan principalmente a la toba de ceniza. Se forman por la interacción de aguas meteóricas frías de baja acides, con fluidos ascendentes ácidos a alta temperatura.

De manera más local se ha observado sílice arenosa gris clara con limonitas diseminadas hasta 5%.

La alteración Argílica avanzada (cuarzo-alunita), muestra gran distribución y se presenta bordean las zonas silicificadas; la alunita se presenta: masiva reemplazando fenos y líticos, venillas/venas de alunita rosada, alunita plumosa intercrecida en las cavidades blanca a hialina, alunita blanquecina en cristales en la zona de sulfuros con sílice-pirita.

La alteración argílica es la que predomina en todo el cerro Parccaorcco la misma en este tipo de depósitos define los márgenes del sistema se caracterizan por circundar casi toda la zonas del tajo. Ocurre como un zoneamiento hacia los

márgenes del sistema y bordean o infrayace la alteración argílica avanzada o en contacto directo o abrupto con las zonas silíceas.

La alteración propilítica grada de la argílica representa los márgenes del sistema. Las rocas con esta alteración frecuentemente tienen un color verde y están compuestas clorita, montmorillonita, illita  $\pm$  piritita y calcita; en nuestro yacimiento se observa en venillas en los sondajes. La alteración propilítica es más común en zonas profundas debido a los efectos supérgenos extensos cerca de superficie.

Los nuevos trabajos de mapeo realizados en la zona de tajo nos han permitido definir estructuras de cuarzo blanco a lechoso con bandas de sílice gris las mismas en el tufo brecha muestran mayor desarrollo y se presenta a manera de “seudo” stocwork el aumento de las mismas va relacionado al aumento de valores de Au en partes Ag, en partes se observan canales de brecha hidrotermal las cuales muestran valores más discretos de Au.

Los mejores valores de oro y plata están en las vetas/venillas de sílice gris a negra con potencias desde 1cm hasta 30cm las mismas se caracterizan por ser bastante irregulares en cuanto a potencia/afloramiento reconocido en campo los muestreos selectivos realizados en los mismos confirman su prospectividad y parecen ser manifestaciones de los “feeders”.

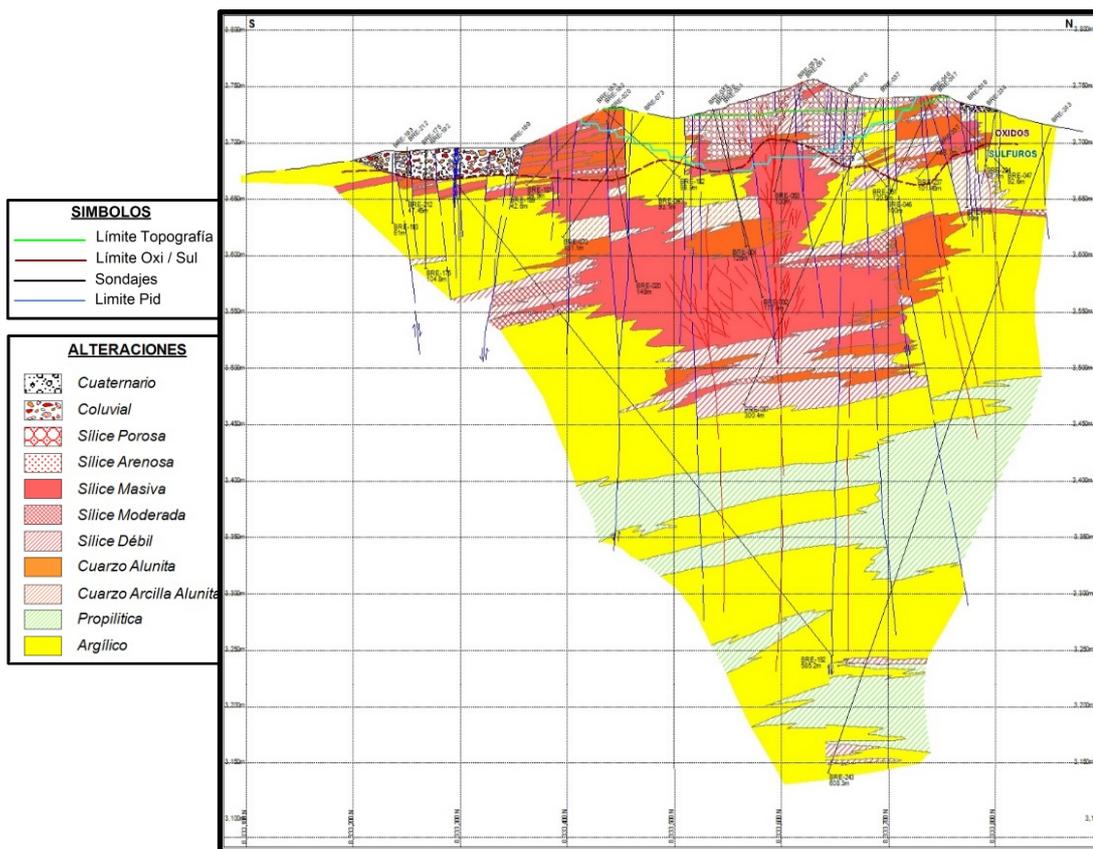
Además, complementando estas observaciones Newmont en el año 2005 realizó estudios complementarios de 03 muestras que corresponden al sondaje BRE-34 a las profundidades 95,40m; 121,05m y 162,20m; todas estas muestras fueron sometidas a análisis semicuantitativo XRD, ICP análisis y ensayos de fuego en oro

complementario al trabajo petrográfico. Todas estas muestras fueron analizadas por el escaneo del microscopio electrónico (SEM/EDS) para confirmar los tipos de sulfuros dominantes y buscar Oro libre y/o asociaciones.

Los sulfuros primarios están dominados principalmente por pirita con accesorios de enargita y trazas enargita con plata, jordanita  $Pb_{14}(As, Sb)_6S_{23}$ , bismutinita, kesterita  $Cu_2(Zn, Fe)_4SnS_4$  y Liveingita  $Pb_9As_{13}S_{28}$ . Aparentemente la ocurrencia de oropimente y rejalgar con otros metales base, obedecen a un evento posterior a la enargita (SEM/EDS). No se ha observado oro libre y se sospecha que se encuentre con pirita arsenical o enargita argentífera los primeros estudios no han definido claramente algún tipo de afinidad del oro.

Los estudios realizados por Microscopio Electrónico de Barrido (Noviembre 2012 Bisa) en una estructura de sílice gris de 0,25m potencia que reporta una ley @ 26.943 g/ t Au. El Oro se aprecia a manera de pequeñas partículas en la alunita, así como también como disseminaciones en los siguientes minerales: esfalerita, óxidos de hierro, calcopirita, cobres grises y pirita.

Los minerales identificados por Microscopía Electrónica fueron previamente analizados por Microscopía óptica donde el Oro Nativo está asociado con la alunita, con áreas entre  $4\mu m^2$  -  $9\mu m^2$ . Estos últimos estudios confirman la afinidad de Oro con la alunita y la ausencia de oro grueso en nuestro yacimiento.



**Figura 2.4:** Sección L-925, Interpretada de alteraciones, Cerro Parccaorcco.  
**Fuente:** Informe mensual de Geología-Breapampa

### 2.3. Geología de la Zona Coluvial

Una de las zonas evaluadas y que nos ha permitido definir Reservas Probables del Coluvial (“boulders”) se ubica principalmente al Oeste del tajo Parccaorcco, teniendo una extensión de 250m x 160m.

Durante la campaña de Perforación Diamantina 2012 en esta zona se ha perforado un total 43 sondajes que suman un total de 3230.45m con triple tubo. Los resultados de los sondajes realizados en los “boulders” reconocidos en esta zona reportan una potencia promedio de 15m donde predomina los fragmentos de

tufo brecha en partes de ceniza con tamaños desde 1cm hasta 2,5m con alteración cuarzo-alunita > sílice porosa > sílice masiva, ocasionalmente se ha observado sílice gris relleno de fracturas en estos fragmentos de roca; la relación roca > suelo es 75-25%.

Los resultados obtenidos reportan una ley de 0.30 g/TMAu la mineralización muestra una distribución muy irregular por la heterogeneidad de los fragmentos de roca y por ende su distribución se está perforando con triple tubo el cual si es verdad que hace de la perforación lenta en cuanto a avance pero la recuperación de las muestras esta sobre 90% los mismos nos reproducen a comparación de campañas anteriores, leyes más representativas en la zona de “boulders”.

Los resultados obtenidos con la perforación configuran 02 áreas mineralizadas (tajos: Oeste y Sur) las cuales son susceptibles de minado a tajo abierto.

#### **2.4. Reservas Tajo Parccaorcco**

El cálculo de reservas geológicas fué realizado usando el software MineSight se está considerando 03 dominios geológicos: sílice porosa, sílice masiva y cuarzo alunita, para la diferenciación de las poblaciones de compósitos y la posterior estimación de leyes dentro del modelo de bloques.

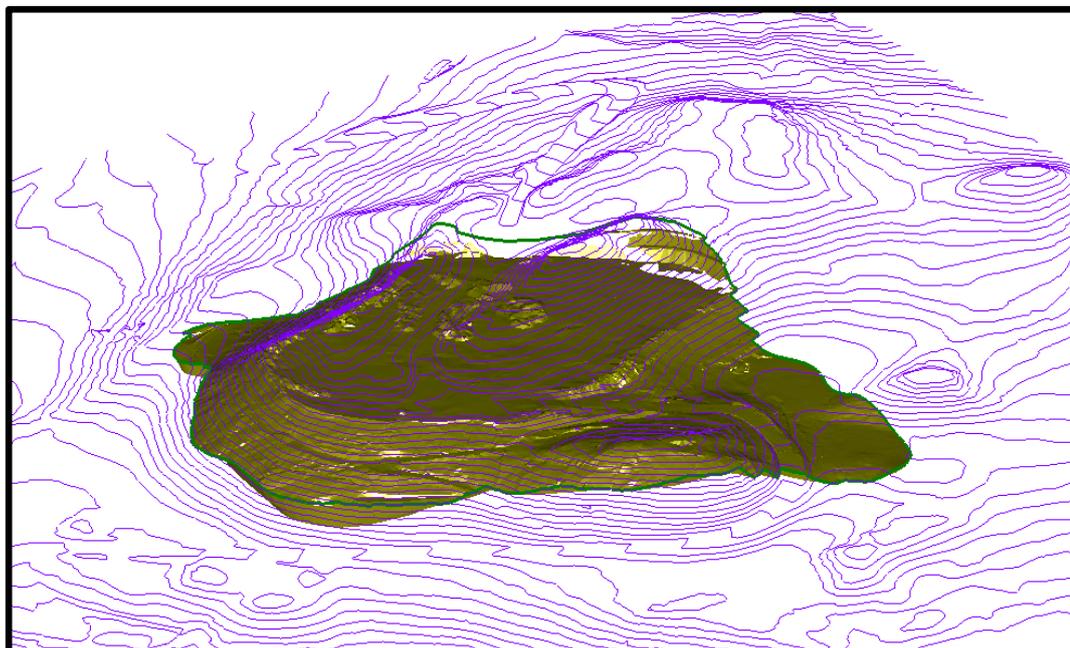
Se estableció un modelo de bloques tridimensional con dirección N-S conforme a las líneas de interpretación y cubicación. El modelo de bloques se encuentra basado en celdas patrón de 5mx5mx6m, El tamaño de celdas se

considera representativo de la información disponible y sus características, tomando como base fundamental, las consideraciones operativas del tajo en actual operación (bancos de 6m).

Se analizaron 6 secciones transversales cada 50m (643725 a 643025), con una orientación Norte-Sur, por lo que el total de Reservas cubiertos tienen un grado de certeza de Probadas las mismas incluyen lo existente en el tajo Parccaorcco y stocks se tienen un total de 187,194 Oz Au "in situ".

Se modeló el cuerpo mineralizado teniendo en cuenta principalmente, el contenido de oro-plata (leyes), tipo de alteración, contenido de óxidos y contenido de sulfuros, dominios por tipo de alteración.

Con los sondajes realizados durante el año 2012 nos ha ayudado a reinterpretar el modelo de alteraciones el cual configura sílice porosa, masiva gradando a cuarzo-alunita en la parte central del yacimiento con fuerte control E-W lateralmente la alteración argílica tiene gran desarrollo la cual es principal factor limitante a la mineralización, el nivel de arcillas encontrada en estas zonas configuran estas aseveraciones.



**Figura 2.5:** Solido de óxidos en el tajo Parccaorcco.

**Fuente:** Informe mensual de planeamiento de minado

Como resultado de los estudios efectuados se presenta el nuevo inventario de Reservas y Recursos que suman 6`192,531 TM con una ley @1.149g/TM Au y 19.736g/TM Ag haciendo un total de 228,881 Oz Au de mineral de la zona de óxidos. Categorizándose Reservas: tajo Parccaorcco, stocks y zona Coluvial; para un Cut-Off 0.401g/TM Au y 0.233g/TM Au (como Mineral Marginal), todo esto realizado a cono óptimo de \$1500. Como Recursos inferidos por sondajes se tiene: Senccata y Pucagallo, en ambas zonas se han usado dos cut off: 0.264g/t Au y 0.239g/t Au.

**Tabla N°3:** Inventario de Minerales en Breapampa

<b>RESERVA: POR EL VALOR</b>						
	Area	TMS	Au_g/t	Oz Au	Ag_g/t	oz Ag
Mena	Tajo Parccaorcco	3.387.625	1.566	170.533	28.218	3.073.363
marginal	Tajo Parccaorcco	508.760	0.314	5.128	14.764	241.495
Mena	Stock	224.610	1.597	11.533	27.856	201.158
Mena	Zona Coluvial	261.669	0.862	7.255	14.189	119.370
marginal	Zona Coluvial	274.190	0.306	2.695	12.970	114.336
<b>Total Reserva</b>		<b>4.656.854</b>	<b>1.317</b>	<b>197.144</b>	<b>25.045</b>	<b>3.749.722</b>
<b>RESERVA: POR LA CERTEZA</b>						
	Area	TMS	Au_g/t	Oz Au	Ag_g/t	oz Ag
Probado	Tajo Parccaorcco	3.896.385	1.403	<b>175.661</b>	26.461	<b>3.314.858</b>
Probado	Stock	224.610	1.597	<b>11.533</b>	27.856	<b>201.158</b>
Probable	Zona Coluvial	535.859	0.578	<b>9.950</b>	13.565	<b>233.706</b>
<b>Total Reserva</b>		<b>4.656.854</b>	<b>1.317</b>	<b>197.144</b>	<b>25.045</b>	<b>3.749.722</b>
<b>RECURSOS INDICADOS POR SONDAJES</b>						
	Area	TMS	Au_g/t	Oz Au	Ag_g/t	oz Ag
Indicados	Senccata	662.673	0.648	13.802	4.505	95.987
	Pucagallo	873.004	0.639	17.935	2.976	83.532
<b>Total Recursos</b>		<b>1.535.677</b>	<b>0.643</b>	<b>31.737</b>	<b>3.636</b>	<b>179.519</b>
<b>TOTAL RESERVA + RECURSOS</b>		<b>6.192.531</b>	<b>1.149</b>	<b>228.881</b>	<b>19.736</b>	<b>3.929.241</b>

Fuente: Informe Anual de Geología-Breapampa

### **CAPITULO III**

#### **OPERACIONES MINA**

#### **3.1. Actividades de Operación**

La explotación del yacimiento se realiza con el método a cielo abierto, con rampas con una gradiente máxima de 10% y un ancho de 10m, la altura de los bancos es de 6m.

El minado en Breapampa se realiza mediante el ciclo de Perforación, Voladura, Carguío, Acarreo de mineral y desmonte de tajo, carguío y acarreo de mineral chancado hacia Pad, adicionalmente los servicios de mantenimiento de vías.

Las operaciones unitarias del minado y la perforación en la Unidad Minera Breapampa se realizan mediante la tercerización y se encuentra a cargo de E.E. Mota-Engil-Perú, se cuenta con perforadora D245S Sandvik con diámetro para perforación con brocas de 6  $\frac{3}{4}$ ". La altura de los bancos para la explotación es de 6.5m incluido la sobre perforación de 0.5m, en la actualidad se está explotando el banco del nivel 3711, el lado sur del tajo. El mineral que llega al Pad es previo chancado con una granulometría de 3-4".

### 3.1.1. Perforación y Voladura

#### 3.1.1.1 Perforación

La perforación se encuentra a cargo de la E.E. Mota-Engil, el cual cuenta con un D245S de broca tricónica 6  $\frac{3}{4}$ " , los parámetros de perforación dependen de las características geomecánicas y geológicas del tajo de los diferentes sectores, las mallas que se usan actualmente son triangulares y equiláteras de 4,8 x 5,5 m; 4,0 x 4,7m; 4.3 x 5,0m. pre-corte a cada 1.5m.



**Figura 3.1:** Perforación en el Tajo Parccaorcco  
**Fuente:** Generado personalmente-Unidad Breapampa

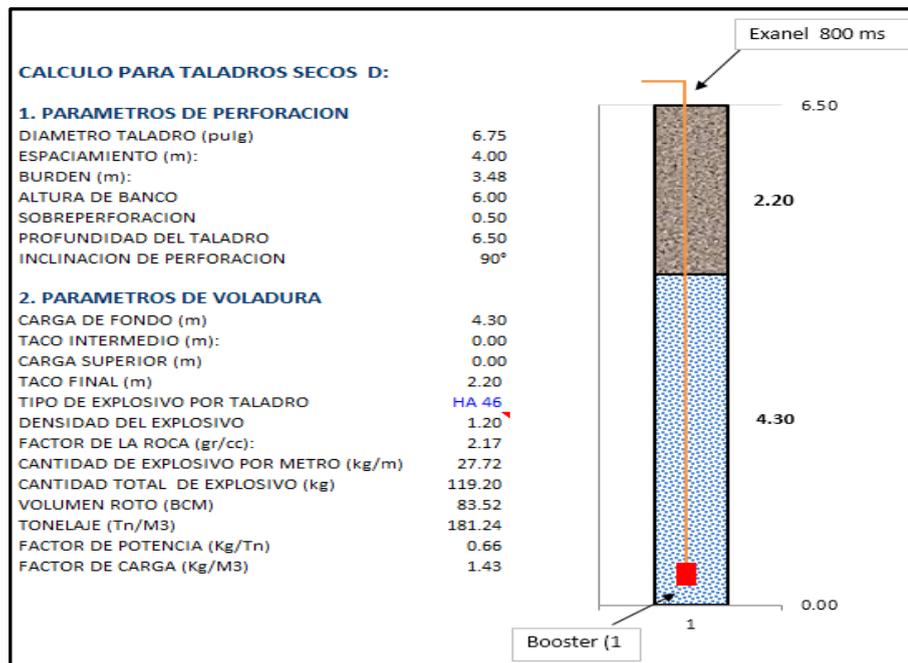
#### **3.1.1.1.1 Equipos y Parámetros de perforación**

- Equipo de perforación: 01 D245S
- Diámetro de perforación: 6 ¾"
- Pull Dow: 1500PSI
- Diámetro de Barra: 5,5pulgadas
- Velocidad de penetración: 32.5 m/hr
- Malla de Perforación: Triangular equilátera
- Espaciamiento: 5,00 m – 5,50m
- Burden: 4,30m – 4,80m
- Toneladas por taladro: 350-380
- Densidad de roca: 2.17t/m<sup>3</sup>

#### **3.1.1.2 Voladura**

La Voladura en Breapampa se encuentra directamente supervisado por Cía. de Minas Buenaventura, el abastecimiento del explosivo está a cargo de EXSA y los accesorios por la Empresa MAXAM.

Se cuenta con un grupo de personal debidamente entrenados como: Ingeniero, Técnicos de voladura y personales de piso, capacitados y muchos de ellos provenientes de la zona aledaña; quienes se encargan del carguío de taladros y posterior voladura en el tajo.



**Figura 3.2:** Diseño de Carga

**Fuente:** Informe mensual de Voladura-Unidad Breapampa



**Figura 3.3:** Carguío de Taladros

**Fuente:** Generado Personalmente-Unidad Breapampa



**Figura 3.4:** Carguío de Taladros

**Fuente:** Generado Personalmente-Unidad Breapampa



**Figura 3.5:** Almacenamiento del Nitrato

**Fuente:** Generado Personalmente-Unidad Breapampa



**Figura 3.6:** Tapado de Taladros

**Fuente:** Generado Personalmente-Unidad Breapampa



**Figura 3.7:** Hidrogel encartuchada; 7/8 x 8"; Riomax Maxam, utilizado para precortes

**Fuente:** Generado Personalmente-Unidad Breapampa

### 3.1.1.2.1 Equipos, Accesorios y Agentes de Voladura

- Factor de Potencia: 0,40Kg/Ton
- Secuencia de Salida: Taladro por taladro
- Sistema controlada de voladura
- Sistema de iniciación: No eléctrico
- Explosivo: Anfo Pesado 30/70 -40/60
- Sistema de carguío: Con camión fabrica: Volkswagen



**Figura 3.8:** Accesorios de Voladura

**Fuente:** Generado Personalmente-Unidad Breapampa

### **3.1.2. Reducción de Costo en Perforación y Voladura**

Debido a la reestructuración de la Compañía y reducción de costo en todas las áreas se optó por realizar las perforaciones a 6,00m (sin S.D.) obteniendo una reducción de costo considerable de hasta \$19000 mensuales, no afectando el piso llevado durante minado.

Por otro lado una reducción de costo sustancial en voladura es debido a los accesorios utilizados (no electrónicos) sin embargo el resultado de la voladura es semejante al utilizado de accesorios electrónicos (se tuvo la visita del responsable de la voladura en la Unidad Tantahuatay quien indicó que su costo es alto por tener una voladura con accesorios electrónicos) ya que se está realizando el carguío con aire intermedio. El costo también es reducido por hacerse cargo de la voladura por parte de la Compañía de manera directa y no un tercero como se hace en las otras unidades como La Zanja y Tantahuatay.

### **3.1.3. Carguío, Acarreo y Servicios Auxiliares**

La producción en Breapampa es en menor escala, el carguío y acarreo se realiza con los siguientes equipos:

- Una excavadora Komatsu PC 600 de 3,5m<sup>3</sup>
- Dos Cargador Frontal tipo CAT 966F, 4 m<sup>3</sup>
- 12 Volquetes SCANIA de 20 m<sup>3</sup>.

Equipos Auxiliares:

- Una Cisterna de 4000 galones
- Una Motoniveladora 140 H
- Un rodillo CAT CS33
- Una retroexcavadora de 0.4m<sup>3</sup>
- Un volquete de 15 m<sup>3</sup>



**Figura 3.9:** Carguío de volquetes

**Fuente:** Generado Personalmente-Unidad Breapampa

## 3.2. Comparación de Costo de Minado para Boulders

### 3.2.1. Introducción

La Operación de la Unidad, pasa por buen momento y cuenta con una buena ley en el minado de tajo y por tanto es necesario aprovechar la buena condición geológica e iniciar el minado de los boulders y poder realizar el blending adecuado. El volumen de Boulders en esta zona es de 463943 TM a una ley 0,6295 g/TM

A continuación se podrá estimar el costo de minado de estos boulders y compararlo entre minarlo con equipos adicionales o con equipos de E.E. Mota Engil que conlleva a valorizaciones según contrato.

**Tabla N°4:** Total de Boulder (Coluvial) en Breapampa

BOULDERS - ZONA OESTE					
Cut Off	Tonelaje	Ley Au	Ley Ag	Onzas Au	Onzas Ag
<0.262 (Desmonte)	555.773				
[0.262 - 0.452>	203.585	0,3453	15,1910	2.260	99.431
>= 0.452	202.679	0,9882	15,0980	6.439	98.383
<b>Total Mineral</b>	<b>406.264</b>	<b>0,6660</b>	<b>15,1446</b>	<b>8.700</b>	<b>197.814</b>

BOULDERS - ZONA SUR					
Cut Off	Tonelaje	Ley Au	Ley Ag	Onzas Au	Onzas Ag
<0.262 (Desmonte)	121.664				
[0.262 - 0.452>	51.043	0,3540	3,5550	581	5.834
>= 0.452	6.636	0,5107	4,1510	109	886
<b>Total Mineral</b>	<b>57.679</b>	<b>0,3720</b>	<b>3,6236</b>	<b>690</b>	<b>6.720</b>

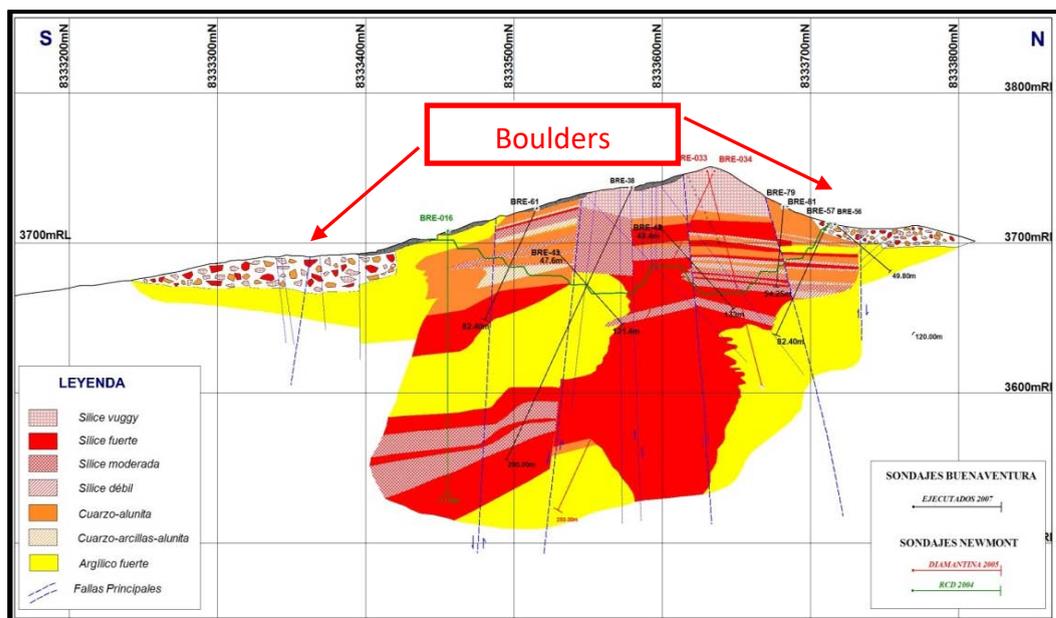
TOTAL BOULDERS					
Cut Off	Tonelaje	Ley Au	Ley Ag	Onzas Au	Onzas Ag
<0.262 (Desmonte)	677.437			-	-
[0.262 - 0.452>	254.628	0,3470	12,8584	2.841	105.265
>= 0.452	209.315	0,9731	14,7509	6.548	99.268
<b>Total Mineral</b>	<b>463.943</b>	<b>0,6295</b>	<b>13,7123</b>	<b>9.389</b>	<b>204.534</b>

**Fuente:** Informe anual de Geología

### 3.2.2. Coluvial Parccaorcco (Boulders)

Con respecto a la nueva zona Coluvial Parccaorcco, esta es una pequeña cuenca ubicada al Oeste-Sur del tajo Parccaorcco que presenta una potencia alrededor de 15m donde predominan los fragmentos de tufo brecha en partes de ceniza con tamaños desde 1.0cm hasta 2.0m con alteración cuarzo-alunita > sílice porosa > sílice masiva. Ocasionalmente se ha observado sílice gris relleno fracturas en estos fragmentos de roca y la relación roca - suelo es de aproximadamente 75-25%.

La mineralización muestra una distribución muy irregular por la heterogeneidad de los fragmentos de roca caracterizándose como polimicticos mal clasificados. Estos últimos están asociados a limonitas diseminadas en partes relleno fracturas y a la presencia de venillas de sílice gris.



**Figura 3.10:** Identificación de los Boulders  
Fuente: Informe Mensual de Geología-Unidad Breapampa



Equipos	Prod. Carguío (m3/h) LCM	Prod. Carguío (TM/h) LCM	Prod. Volq. (m3/h) LCM	Costo (\$/h) LCM	Costo (\$/m3) LCM	Costo (\$/TM) LCM	Distancia (m)	Nº Volq
1 Excava. + 1 Volq.	53,36	79,22	53,36	162,73	3,050	2,054	600	1
1 Excava. + 2 Volq.	106,72	158,44	53,36	211,46	1,981	1,335		2
1 Excava. + 3 Volq.	160,08	237,66	53,36	260,41	1,898	1,278		3
1 Excava. + 4 Volq.	213,44	316,88	53,36	308,94	2,895	1,950		4

### 3.2.5. Comparación de costos de Minado

- Considerando el alquiler de equipos adicionales, se puede considerar los siguientes datos como el tonelaje y el costo de los equipos anteriormente calculados en cantidad.

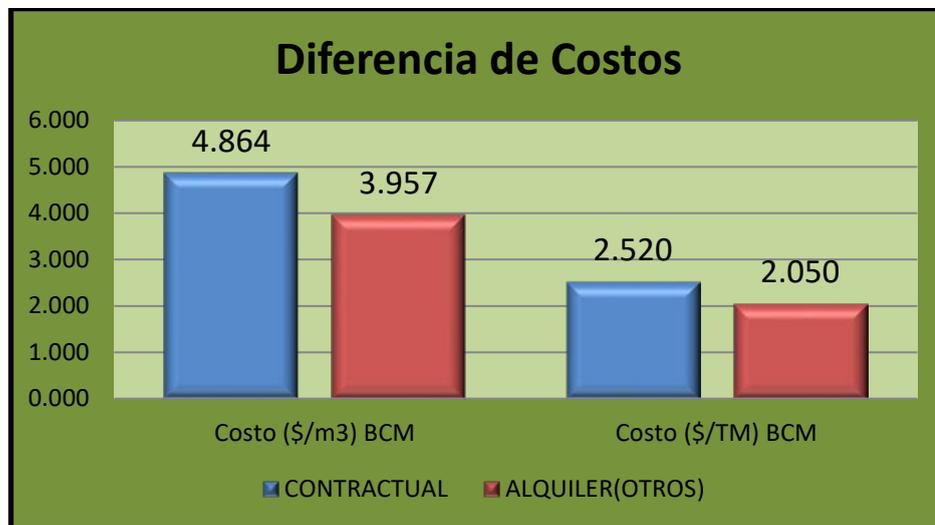
Costo de Carguío \$/h	114,00
Costo de volquete \$/h	48,73
<b>Costo:</b>	<b>\$/Hr</b>
	<b>211,46</b>

**Tabla N°6:** Calculo de minado con equipos de alquiler

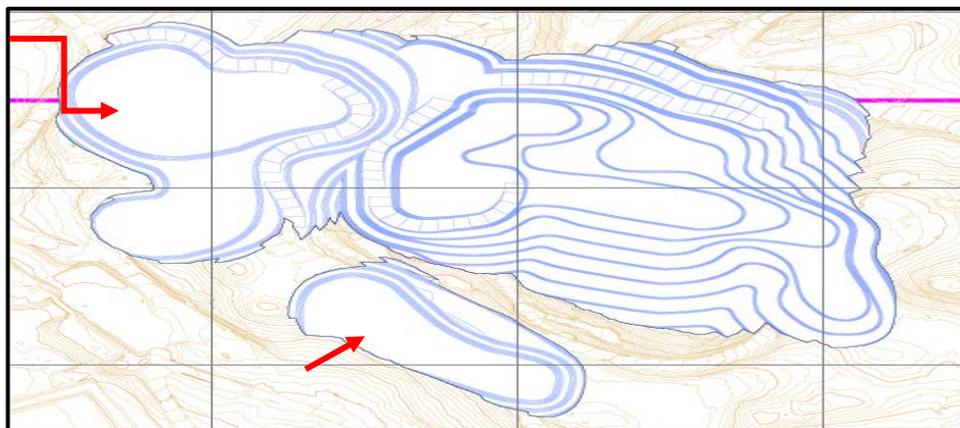
	M3	Ton	\$	\$/ton
<b>BOULDERS</b>	257746,111	463943	619195,50	1,33
<b>Tractor D8</b>			150000	
<b>Picoton</b>			180000	
<b>TOTAL</b>		<b>463943</b>	<b>949195,50</b>	<b>2,05</b>
			<b>Costo Unit.</b>	<b>2,05</b>

Fuente: Elaboración propia





**Figura 3.11:** Comparación de costos (Boulders)  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 3.12:** Ubicación de los Boulders  
**Fuente:** Plan de Minado Anual-Unidad Breapampa

## **CAPITULO IV**

### **PROCESO METALURGICO**

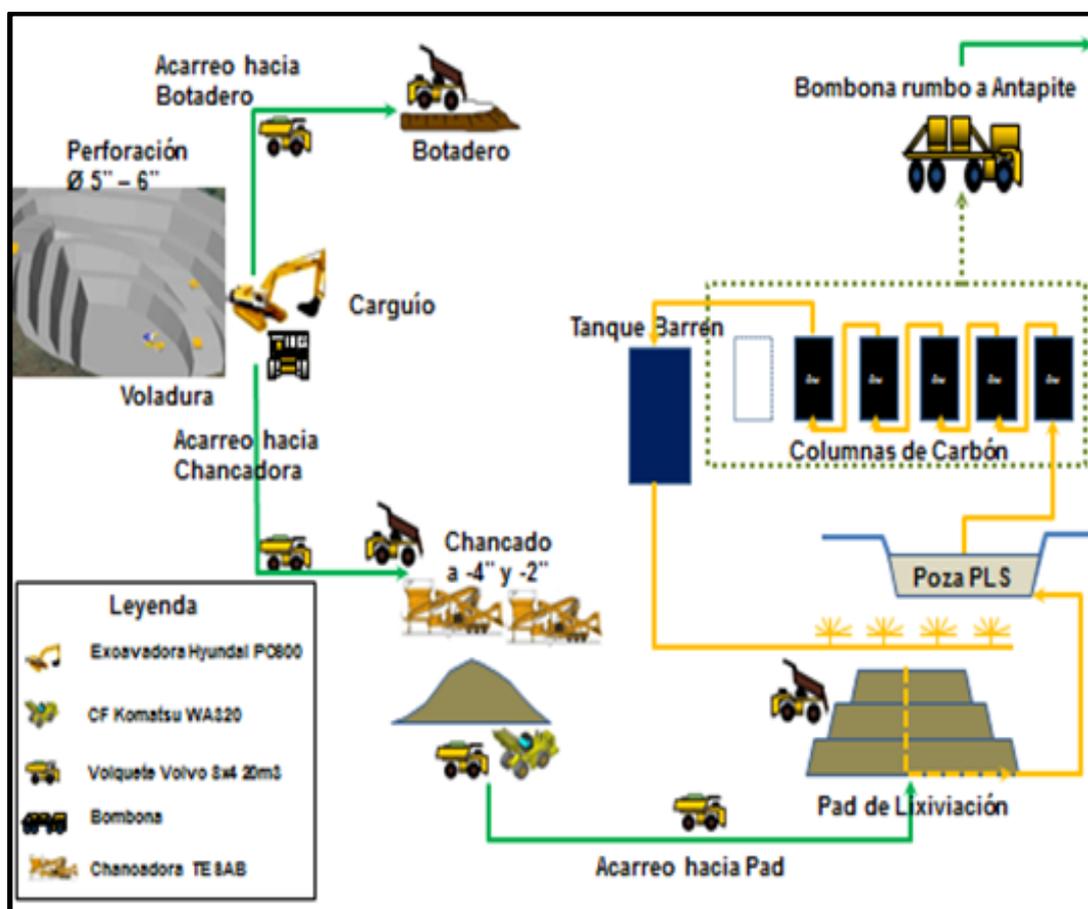
#### **4.1. Chancado y Clasificación**

El programa de operación es en promedio de 18 horas por día, el ratio de chancado de 8000TM/día. El mineral tiene un Work Index de 15 Kw/hr/t. El mineral suministrado por la mina, se descarga en una tolva de gruesos de 80 TM de capacidad; el mineral proveniente de dicha tolva, alimenta a un Apron Feeder (54"x20') el cual mediante fajas transportadoras alimenta a un 53stán53I vibratorio (M3015 o equivalente).

En la faja transportadora que alimenta al 53stán53I vibratorio se tiene un electroimán colgante para retirar los residuos metálicos que contenga el mineral de mina. El oversize del 53stán53I (+100 mm) es el alimento al chancado primario (chancadora de quijadas 42'x55', setting: 100 mm) y el producto de esta se junta con el undersize del 53stán53I (-100 mm) y por medio de fajas es transportado al chancado secundario, que trabaja en circuito abierto (chancadora cónica HP 400 o equivalente, setting: 50 mm) donde se espera obtener un producto con un P80 entre 40 y 50 mm. En la faja que alimenta al chancado secundario se instaló un

detector de metales el cual está enlazado con las fajas para poder detenerlas en caso se detecte algún material metálico que pueda dañar a la chancadora.

El mineral chancado es almacenado en un stock pile para luego ser llevado a la pila de lixiviación. Se cuenta con un colector y extractor de polvo centralizado, el cual por medio de ductos colectará el polvo generado.



**Figura: 4.1:** Diagrama de flujo en Operaciones Breapampa  
**Fuente:** Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. –Unidad Breapampa

## **4.2. Lixiviación**

La lixiviación comprende desde el carguío de mineral a la plataforma de lixiviación, instalación del sistema de riego, lixiviación del mineral y manejo de soluciones, bombeo de solución lixivante, colección de solución rica (pregnant), y bombeo de solución rica de la poza PLS al tanque de solución no clarificada.

### **4.2.1. Carguío de Mineral a la Plataforma de Lixiviación**

El mineral procedente del stock pile de chancado, con un rango de tamaño de partícula entre 4 y 1 ½ pulg es transportado hacia las áreas del Pad de lixiviación. El Pad antes del inicio del apilamiento de mineral es impermeabilizado con el uso de geomembranas y dotado de tuberías corrugadas y perforadas en líneas principales y secundarias para la colección de soluciones enriquecidas de oro y plata, este sistema estarán cubiertos por material de sobre Revestimiento (overliner) constituido por mineral seleccionado que deberán tener alta permeabilidad y cumplir con ciertas especificaciones de granulometría, para evitar que la geomembrana sufra algún deterioro al momento de descargar el mineral en el Pad.

El mineral es descargado en el Pad de manera ordenada. Se inició con la preparación de una rampa de acceso y se apila el mineral hasta que el nivel de éste alcance una altura de capa típica de 8 m., a cada nivel y en la falda que se va formando por la descarga de los volquetes se agrega cal en forma sólida (en polvo) con la ayuda de una retroexcavadora, con una dosis promedio de 2.1 Kg/TM de mineral.

Al descargar el volquete deja montículos altos con mineral que es empujado al borde de la pila en construcción mediante el uso de un tractor de orugas D6 dejando nivelado el mineral a la cota de diseño y controlado topográficamente, terminado este primer nivel se realiza la remoción de toda el área superior de la pila(ripeado) usando un tractor de orugas con la finalidad de eliminar el mineral compactado producto del tránsito de volquetes y equipos sobre la plataforma superior de la celda durante su apilamiento, luego se inicia el llenado del segundo nivel hasta alcanzar una altura de capa típica de 8 m tomando las consideraciones que se ha tenido en el llenado de la primera capa, quedando de esta manera lista una celda con una altura de capa típica de lixiviación de 16 m. De similar forma se construirán las otras celdas o módulos de lixiviación en las diferentes áreas del Pad así como en diferentes niveles según su crecimiento. El objetivo de cargar el mineral en dos capas típicas de 8 metros cada una es para asegurar la percolabilidad de la solución a través del mineral.

No será necesario el apilado de todo el Pad para iniciar la lixiviación, el plan de extracción metalúrgica determinará un volumen de apilado, el mismo que ocupa un área al que se le denomina celda o módulo de lixiviación, para este proyecto cada celda deberá tener un área de aproximadamente 5,000 m<sup>2</sup>, el carguío será a un ritmo de producción de 8,000 TMS/día. La construcción de los módulos de riego es responsabilidad del Área de Mina hasta dejar el mineral nivelado y ripeado, excepto la dosificación de cal que será responsabilidad del Área de Planta así como también del tendido del sistema de riego hacia adelante.



**Figura 4.2:** Carguío de Mineral chancado  
**Fuente:** Generado Personalmente-Unidad Breapampa



**Figura 4.3:** Descarga de Mineral chancado  
**Fuente:** Generado Personalmente-Unidad Breapampa



**Figura 4.4:** Lift de mineral chancado en el Pad  
**Fuente:** Generado Personalmente-Unidad Breapampa

#### **4.2.2. Lixiviación del Mineral y Manejo de Soluciones**

La lixiviación es un proceso hidrometalúrgico de extracción sólido líquido por disolución. Consiste en hacer pasar una solución diluida de cianuro de sodio (NaCN) a través de la pila de mineral para que el cianuro pueda disolver las partículas de oro y plata contenidas, a fin de obtener una solución rica que será almacenada en la poza respectiva.

Para la capacidad instalada (8,000 TPD) de mineral, Para el inicio del procesamiento metalúrgico con 8,000 TMPD de mineral, la planta cuenta de dos circuitos de adsorción, el caudal de flujo de diseño de solución lixivante para el primer circuito es de 387 m<sup>3</sup>/h y de operación es de 351 m<sup>3</sup>/h. Los dos circuitos tienen un flujo de diseño de 773.4 m<sup>3</sup>/h y de operación de 703 m<sup>3</sup>/h. Estos cálculos están basados de acuerdo a los niveles de riego del mineral y al tiempo de lixiviación.

La percolación de la solución lixivante se produce a través del lecho del mineral por efecto de la gravedad. En el momento de la máxima saturación del mineral por efecto del riego, éste permite el drenaje de la pila con afloramiento de soluciones cargadas en oro y plata que son conducidas a la poza de solución rica (PLS).



**Figura 4.5:** Regado de Mineral en Pad, Malla de Riego 0.50 m x 0.63 m  
**Fuente:** Generado Personalmente-Unidad Breapampa



**Figura 4.6:** Regado en talud de Mineral en Pad  
**Fuente:** Generado Personalmente-Unidad Breapampa

#### **4.2.3. Bombeo de la Solución Lixivante**

La solución de lixiviación a un Ph de 10.5 a 11 y fuerza de cianuro controlada en 150 ppm, es bombeada desde el tanque Barren de 95 m<sup>3</sup> de capacidad hacia las pilas, usando 02 bombas de turbina vertical que trabajan en paralelo, más una bomba en stand by. Los motores de estas bombas trabajan con variador de velocidad, a fin de dar flexibilidad a la operación.

El líquido elemento que requiera el proceso es compensado con agua industrial, principalmente, y/o con solución que pudiera existir en la poza de mayores eventos. Para este último caso, se ha considerado la instalación de una bomba sumergible de 60 m<sup>3</sup>/h con su respectiva línea de flujo.

#### **4.2.4. Colección de Solución Rica (Pregnant)**

El piso de la pila es inclinada de modo que toda la solución drenará hacia un punto de salida. La solución lixivante a través de la pila de mineral se va cargando de valores metálicos cuyas soluciones son las denominadas soluciones ricas (pregnant). Estas soluciones ricas son colectadas a través de tuberías corrugadas (agujereadas matrices y secundarias) que se encuentran instaladas en el piso y que por gravedad fluyen hacia el punto de salida.

La solución lixiviada es captada mediante tuberías laterales perforadas de HDPE de pared doble, de 100 mm de diámetro, las cuales conducen la solución hacia las tuberías principales perforadas de HDPE de pared doble de 200 y 300 mm de diámetro. Las tuberías de conducción principal conducen la solución

hacia la poza de colección de solución.

La solución es conducida desde la poza de colección de solución hasta la poza de procesos (PLS), mediante 2 tuberías sólidas de HDPE SDR 19 de 400 mm instaladas en el canal de conducción de tuberías de solución.

#### **4.2.5. Bombeo de Solución Rica (Pregnant)**

La solución rica es bombeada hacia el tanque de solución no clarificada de 90 m<sup>3</sup> de capacidad, usando 02 bombas sumergibles que trabajarán en paralelo. El caudal de diseño de cada una de estas bombas es de 387 m<sup>3</sup>/h, y con el apoyo de los variadores de velocidad, se ajustará al requerimiento de la operación de acuerdo a la producción de solución rica. En el lado de la succión de cada bomba se agregó el anti- incrustante por medio de una bomba dosificadora.

### **4.3. Recuperación con Carbón Activado**

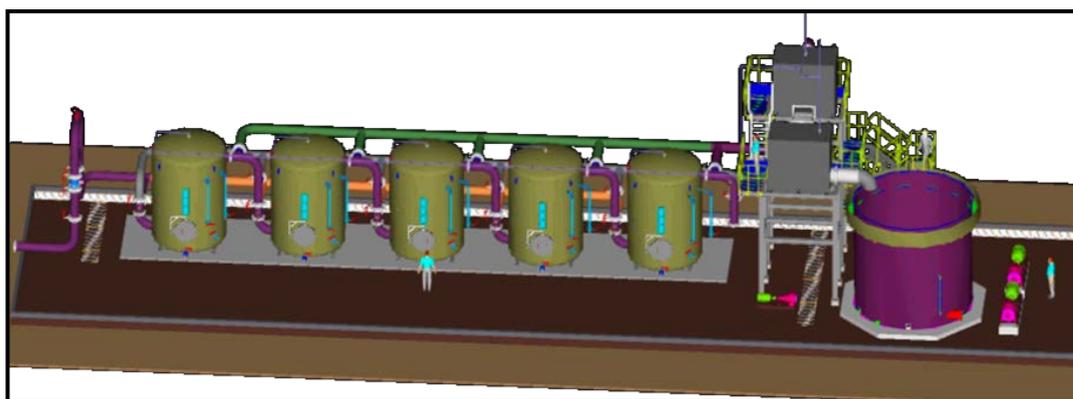
#### **4.3.1. Adsorción en Columnas de Carbón Activado.**

La solución enriquecida pasa a través de los circuitos de adsorción, considerando una configuración horizontal del circuito, con una capacidad de 4 TM de carbón activado cada columna, con la finalidad de que los valores de oro sean adsorbidos. De acuerdo a los criterios de diseño, se ha considerado que el carbón será cargado hasta alcanzar valores alrededor de 2.5 kg de oro por tonelada de carbón antes de pasar al siguiente proceso.

La solución pobre que sale de cada circuito de adsorción (solución barren) es

conducida a través de una zaranda estacionarias tipo DSM, para la separación de partículas de carbón que podrían ser arrastrados de las columnas de adsorción, luego del cual, la solución cae al tanque barren.

En este tanque se adiciona el anti-incrustante y cianuro de sodio en solución al 25% para reajustar la fuerza en la solución, y luego es bombeada a las pilas de lixiviación, produciéndose de esta manera el circuito cerrado en forma permanente. Una vez que cargue el carbón activado de la primera columna, éste se descarga y es enviado a desorción.



**Figura 4.7:** Circuito de Adsorción

**Fuente:** Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.- Unidad Breapampa

#### 4.3.2. Desorción y Electrodeposición

El carbón cargado con contenido de metales valiosos es transportado hacia el reactor de desorción. La solución para desorción es preparada en el tanque de almacenamiento de solución strip y consiste en una solución alcalina de soda cáustica (NaOH), la cual va subiendo su temperatura de manera gradual al paso de los intercambiadores de calor N° 1 y N° 2, para luego ingresar al reactor de

desorción que contiene el carbón cargado, removiendo el oro, la plata y otros metales presentes, a la temperatura de 130 °C, presurizada en 50 psi.

Esta solución enriquecida al salir del reactor, se dirige al área de electrodeposición luego de bajar su temperatura hasta los 70°C. Al ingreso de las celdas electrolíticas se contará con un flujómetro. La electrodeposición está conformada por dos celdas electrolíticas que trabajan en serie, con su respectivo rectificador. Por aplicación de corriente continua, se deposita el oro y otros metales presentes en los cátodos de lana de acero inoxidable. Al salir de las celdas, la solución pobre cae por gravedad al tanque de almacenamiento de solución strip, cerrando de esta manera el circuito.

El proceso de desorción se realiza en circuito cerrado, luego del cual el carbón desorbido es descargado y enviado al área de lavado ácido. El metal electrodepositado en los cátodos, es lavado en sus respectivas celdas, para recuperar el cemento electrolítico con oro que se encuentran adheridos, el cemento es drenado al tanque de colección para luego ser bombeada a un filtro prensa. El precipitado electrolítico filtrado es enviado al horno retorta y luego a la fundición. Después de varios usos la solución de desorción se satura con elementos contaminantes por tal motivo es descargada del tanque de solución strip y enviada al sumidero de desorción para ser bombeada al circuito de adsorción.

#### **4.3.3. Lavado Químico del Carbón.**

Una vez terminada la desorción, el carbón es descargado y enviado por medio de una bomba hacia el reactor de lavado ácido, el cual tiene una capacidad de 4 TM de carbón. El lavado químico se realiza con el objetivo de limpiar los carbonatos adsorbidos por el carbón activado. Este proceso se realiza en circuito cerrado, con una solución de ácido clorhídrico (HCl) preparado al 3%, esta solución pasa a través del carbón hasta que el Ph se estabilice por debajo de 2.

El lavado ácido de carbón se realiza después de cada desorción o después de un tratamiento de regeneración térmica. Después de cada proceso, la solución ácida remanente contaminada y saturada de carbonatos, se neutralizará con soda cáustica y se envía a la poza de mayores eventos, evitando de esta manera el descarte al medio ambiente.

El carbón después del lavado ácido se enjuaga mediante recirculación con solución de hidróxido de sodio hasta obtener que la solución de lavado alcance un Ph alrededor de 7, luego del cual es enviado mediante un reductor al tanque de manejo de carbón para luego pasar a la regeneración térmica.

#### **4.3.4. Regeneración Térmica del Carbón**

El carbón activado aparte de adsorber los valores de oro, también atrapa ciertas cantidades de materias orgánicas y carbonatos que se van adhiriendo a las superficies del carbón hasta saturarlos. Una de las maneras de eliminar estos contaminantes es por el proceso de lavado químico ya descrito, sin embargo, no

es suficiente para remover los carbonatos que se quedan atrapados en los microporos del carbón, por lo que existe la técnica de regeneración térmica.

Una vez realizado el proceso de lavado ácido y de ser requerido, el carbón es trasladado a la etapa de regeneración térmica previa clasificación con una malla circular Nro. 20, lo que indica que el carbón de malla +20 se ha regenerado térmicamente y el carbón de malla -20 pasó a recuperarse en un filtro prensa.

El horno de regeneración térmica vertical eléctrico, alcanza una temperatura aproximada de 700 grados centígrados, con lo cual se logra eliminar los carbonatos atrapados en los microporos macroporos y mesoporos. El carbón regenerado térmicamente cae en un recipiente con agua fría cuyo choque térmico dilata los poros para quedar activo y poder retornar al proceso de adsorción.

Los gases producto de esta operación son conducidas por ductos con apoyo de un extractor de gases los cuales son enviados a una torre de lavado de gases (scrubber) con el objetivo de cuidar el medio ambiente.

#### **4.3.5. Manejo de Carbón Activado**

El carbón cargado con contenido de metales valiosos es transportado desde los circuitos de columnas de adsorción por medio de un reductor hacia el reactor de desorción.

El carbón desorbido es transportado desde el reactor de desorción al reactor de lavado ácido por medio de reductor y posteriormente al primer tanque de manejo de carbón desde donde es distribuido a las columnas del circuito de

adsorción o al horno de regeneración térmica; el carbón regenerado es enviado al segundo tanque de manejo de carbón.

El carbón nuevo o regenerado almacenado en el segundo tanque es enviado a las columnas de adsorción. Por la naturaleza de este tipo de proyectos, siempre va existir atrición del carbón durante su manejo, generando carbón fino que debe ser separado del sistema, para el cual se ha dispuesto zarandas circulares con malla Nro. 20 antes del ingreso del carbón a cada tanque de almacenamiento, de donde los finos del carbón pasan a un tanque de paso para ser bombeadas a un filtro prensa en el que se recuperará este carbón fino. Para la recuperación del carbón fino a la salida de cada circuito de adsorción se ha considerado instalar dos malla DSM 20 y 100 antes de ingresar al tanque barren, en las cuales se podrá atrapar todo carbón mayor a estas granulometría.

#### **4.4. Tratamiento de Efluentes**

Como consecuencia de las precipitaciones que ocurre principalmente entre los meses de enero a marzo en la zona del proyecto, se captará en el Pad y pozas volúmenes adicionales de agua de lluvia que van a incrementar el inventario de solución en el proceso y exceder la capacidad de las pozas, siendo necesario su vertimiento al medio ambiente previo a su tratamiento en una planta que ha sido considerada con una capacidad de 50 m<sup>3</sup>/h. El sistema trabajará de preferencia en temporada de lluvias y por períodos de acuerdo a la cantidad de solución que se tenga que eliminar al medio ambiente.

La planta de tratamiento de efluentes está conformado por cuatro tanques con su respectivo sistema de agitación, habiendo sido determinado para este proyecto el método de destrucción de cianuro con ácido de caro. Esta planta ha sido diseñada para precipitar también elementos tales como cobre, fierro, arsénico, mercurio y zinc.

La solución barren a ser tratada en esta planta, será tomada de la línea de flujo entre los circuitos de adsorción y el tanque barren, pasando al primer tanque para mezclarse con solución de ácido de caro al primer reactor y sirve para destruir todos los compuestos de cianuro.

La solución acondicionada pasará al segundo tanque en el cual se dosificará el sulfhidrato de sodio para precipitar el mercurio. La solución continuará pasando por el tercer tanque donde se dosificará cloruro férrico para precipitar el arsénico. Se continuará pasando por el cuarto tanque donde se dosificará hidróxido de sodio en solución al 30% para neutralizar la solución a Ph 7.5 – 8.0, más un floculante catiónico para sedimentar todos los sólidos formados en los reactores y que precipiten con facilidad en la poza de sedimentación.

La solución pasará luego a la poza de sedimentación previa dosificación de floculante, con un tiempo de sedimentación de 12 horas. La solución clarificada será bombeada hacia las columnas conteniendo carbón activado con un flujo de 50 m<sup>3</sup>/h, luego del cual y de acuerdo a los controles químicos podrá ser vertido al medio ambiente. Existirá la opción de retornar a la planta de tratamiento de efluentes.

El material sedimentado en la poza de clarificación, será trasladado por intermedio de una bomba de lodos hacia la pila de lixiviación del mineral que ya habría sido procesado.

#### **4.5. Pad de Lixiviación**

Las Fases 1 y 2 del Pad de lixiviación fueron configuradas tomando en cuenta los criterios de diseño así como las características topográficas existentes en el área del proyecto. La fase 1 del Pad, se desarrolla sobre una superficie plana de 104 500 m<sup>2</sup> (hasta el límite exterior de la berma de seguridad de la fase 1 del Pad de lixiviación) y la fase 2 en una superficie plana de 58550 m<sup>2</sup> (hasta el límite interior de la berma de seguridad de la Fase 2 del Pad de lixiviación).

Los taludes de apilamiento de diseño emplean bancos de 8 m de altura, taludes intermedios de 1.33H:1V y anchos de berma de 9,33 m, que definen un talud global de 2,5 H: 1 V por cada tres bancos considerados. Complementariamente, con la finalidad de minimizar el movimiento de tierras durante las labores de cierre de mina, se ha considerado una berma de 15,33 m por cada tres bancos, la misma que, luego del perfilado final de los taludes se reducirá a 6 m, sirviendo de acceso intermedio para la ejecución de las labores de mantenimiento.

La capacidad de almacenamiento del Pad, de acuerdo a la configuración geométrica ascienden a 3 342 000 m<sup>3</sup> (5 347 200 t), considerando una densidad de 1,6 t/m<sup>3</sup>. Se ha considerado una capacidad adicional de 5%, respecto a la capacidad

requerida en los criterios de diseño, para contrarrestar las mermas producidas por la habilitación de los caminos de acarreo.

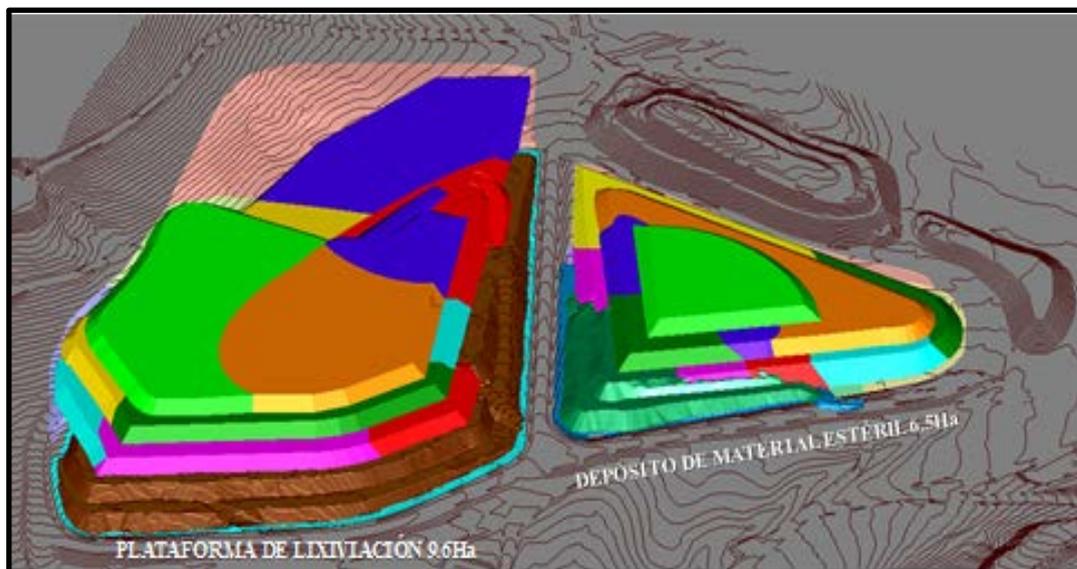
El plan de nivelación del Pad ha sido diseñado para tener una pendiente mínima de 2% hacia la parte más baja, a fin de garantizar un drenaje efectivo de la solución mediante tuberías principales de colección que convergen en la poza de colección de solución ubicada aguas abajo y al pie del apilamiento del Pad. La solución captada es derivada posteriormente por gravedad mediante tuberías sólidas hacia las pozas de PLS. Anexos del presente informe.



**Figura 4.8:** Vista Panorámica de Construcción de Pad  
**Fuente:** Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.- Unidad Breapampa



**Figura 4.9:** Vista Panorámica actual de llenado de mineral en Pad  
**Fuente:** Generado Personalmente-Unidad Breapampa



**Figura: 4.10:** Llenado de Pad y botadero Fase I  
**Fuente:** Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.- Unidad Breapampa

#### **4.5.1. Sistema de Subdrenaje del Pad de Lixiviación**

Este sistema fue diseñado para evacuar los flujos provenientes de las filtraciones y ojos de agua (manantiales), por debajo del sistema de revestimiento hacia una poza de monitoreo ubicada al sur de la poza de mayores eventos. El diseño contempla la instalación de una red de colectores principales y ramales secundarios dispuestos en planta según el esquema convencional denominado “espina de pescado”.

Los subdrenes principales están conformados por tuberías corrugadas y perforadas de HDPE de pared doble de 200 mm de diámetro, dispuestas convenientemente en sectores caracterizados por el espaciamiento entre tuberías secundarias.

Los subdrenes secundarios están conformados por tuberías corrugadas y perforadas de HDPE de pared doble de 100 mm de diámetro, y se conectan a los subdrenes principales empleando accesorios que deberán ser proporcionados por el fabricante.

Tanto los subdrenes principales como los subdrenes secundarios están confinados en una zanja trapezoidal de 600 mm de profundidad (mínimo), y de ancho variable en función al diámetro de la tubería, la misma que serán rellenas con grava de drenaje y encapsuladas con geotextil no tejido de 270 g/m<sup>2</sup>. El espaciamiento de las tuberías en el sector inferior es de 20 m y 80 m para las tuberías secundarias y principales, respectivamente.

Durante la investigación geotécnica se encontraron pequeños ojos de agua y zonas puntuales con afloramiento de agua subterránea, por lo que en el diseño se incluye la instalación de tuberías perforadas corrugadas de pared doble de 100 ó 200 mm de diámetro en la cimentación del Pad de lixiviación, con la finalidad de controlar estos flujos puntuales para prevenir la saturación de la cimentación, que podría provocar a la larga la degradación del material de revestimiento de suelo y de los materiales subyacentes.

Los flujos de subdrenaje del Pad serán direccionados y conducidos mediante una tubería corrugada no perforada de pared doble de 200 mm unidas con coplas herméticas tipo campana-campana hasta la poza de monitoreo, donde se evaluará la calidad de agua para su posterior disposición.

#### **4.5.2 Sistema de Impermeabilización, Revestimiento y Protección**

El sistema de revestimiento consiste en la colocación de una capa de suelo de baja permeabilidad de 0,30 m (mínimo) de espesor sobre la superficie de nivelación; luego del cual se colocará una geomembrana de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE) de 1,5 mm de espesor, texturada por un sólo lado (SST), la cual se cubrirá con una capa de sobre revestimiento (material granular) de 0,50 m de espesor.

##### **4.5.2.1. Suelo de Baja Permeabilidad**

El material para revestimiento de suelo de baja permeabilidad, está

conformado por suelos arcillosos (arcilla, arena arcillosa, grava arcillosa), acondicionado a una humedad adecuada y compactado de acuerdo con las especificaciones técnicas de construcción. Asimismo, se deberá garantizar que los 0,10 m superiores de esta capa de revestimiento de suelo, no presente gravas angulosas de tamaño mayor a 0,25 m, que podrían dañar la geomembrana durante su instalación o durante la descarga del mineral y las operaciones de lixiviado.

De acuerdo con las características físicas y de resistencia determinadas en laboratorio, se optó por utilizar la Cantera Huallata cuyo volumen aproximado fue de 113 300 m<sup>3</sup>. La estimación de cantidades indican que el volumen de material para revestimiento de suelo de baja permeabilidad necesario es de aproximadamente 17 630 m<sup>3</sup> (incluye bermas perimetrales).

#### **4.5.2.2. Revestimiento de Geomembrana LLDPE SST de 1.5 mm**

El revestimiento del Pad de lixiviación del Proyecto Breapampa, se efectuó empleando geomembrana de polietileno de baja densidad lineal (LLDPE), texturada por un solo lado (SST) de 1,5 mm de espesor. Este tipo de geomembrana ha sido seleccionada como revestimiento del Pad de lixiviación debido a su flexibilidad y resistencia al punzonamiento que ofrece ante cargas impuestas por el peso del mineral. Se debe tener presente que la instalación de la geomembrana de LLDPE se efectuó manteniendo la cara texturada en contacto con el suelo de baja permeabilidad, a fin de mejorar la resistencia al corte de los

materiales empleados en la construcción del Pad.

#### **4.5.2.3 Sobre Revestimiento**

Sobre la geomembrana se coloca la capa de sobre revestimiento de 0,50 m de espesor para proteger el revestimiento de geomembrana y las tuberías de colección de solución de posibles daños ocasionados por el sistema de transporte y esparcido del mineral dentro del área del Pad de lixiviación. Asimismo, el sobre revestimiento tiene la finalidad de facilitar la colección de solución, actuando como un elemento de drenaje.

Los materiales de sobre revestimiento están conformados por material granular seleccionado y durable, con coeficientes de permeabilidad relativamente altos, los que fueron colocados alrededor del sistema de colección para la protección de las tuberías y del revestimiento de la geomembrana. Su procedencia debe ser demarcada en las áreas de préstamo del proyecto, y deberán contar con la aprobación del Ingeniero de CQA durante la construcción. El material de sobre revestimiento debe cumplir con los requerimientos necesarios para la conformación de dicha capa indicados en las especificaciones correspondientes. El volumen estimado de material de sobre revestimiento necesario para el Pad es de 24 950 m<sup>3</sup> aproximadamente.

#### **4.5.3. Sistema de Colección de Solución**

La red de tuberías ha sido diseñada para reducir la carga hidráulica de la solución en el sistema de revestimiento del Pad de lixiviación, así como también para facilitar y acelerar la colección de solución.

La solución lixiviada es captada mediante tuberías laterales perforadas de HDPE de pared doble, de 100 mm de diámetro, las cuales conducirán la solución hacia las tuberías principales perforadas de HDPE de pared doble de 200, 300 y 450 mm de diámetro. La distribución del sistema de tuberías de colección de solución se muestra en el Plano 200-10.

Las tuberías de conducción principales, conducirán la solución hacia el sumidero, ubicado en el punto más bajo del acceso perimetral del Pad (progresiva 0+000), desde donde se conectarán a tuberías sólidas de HDPE SDR21 de 450 mm de diámetro mediante la instalación de accesorios especiales hacia la poza de PLS y cruzan el canal de solución. Adicionalmente se consideró una línea de colección de solución independiente, que servirá para evacuar los flujos remanentes de solución en la parte baja del Pad de lixiviación, evitando de esta manera el incremento del nivel freático en esta zona.

Las tuberías principales y laterales fueron colocadas directamente sobre la geomembrana de LLDPE SST de 1,5 mm y deberán tener una pendiente mínima de 2%. Los resultados de las pruebas de permeabilidad en el material de sobre revestimiento indican que no existe la necesidad de cubrir las tuberías principales con grava de drenaje, es por esta razón que se está colocando las tuberías sobre la

geomembrana, la cual está apoyada sobre una capa de 300 mm (mín.) de revestimiento de suelo de baja permeabilidad.

#### **4.5.4. Apilamiento del Mineral**

El arreglo de Pad fue definido en función de los criterios de diseño por CMB y las condiciones topográficas del lugar. El apilamiento del mineral se ha realizado manteniendo un retiro promedio de 5,0 m con respecto a la berma perimetral interior del Pad. La disposición de la pila ha sido diseñada considerando los siguientes criterios: todas las banquetas se apilarán considerando un talud de reposo de 1,33H: 1V; asimismo, se han considerado anchos de 9,33 y 15,33 m en las banquetas 1-2-4 y 3, respectivamente. Esta configuración facilitará la configuración de una banqueta intermedia de 6 m minimizando los movimientos de tierras en la etapa de cierre y facilitará el manejo de agua superficial y el acceso al Pad para realizar labores de mantenimiento. El talud global entre las capas 1 y 2 así como entre las capas 3 y 4 será de 2,5H: 1V, sin embargo el talud global del Pad será de 3,25H: 1V. Todas las capas poseerán 8 m de altura con superficies planas.

La capacidad de almacenamiento del Pad, de acuerdo a la configuración geométrica indicada en los planos asciende a 342000 m<sup>3</sup> (5 347 200t) considerando una densidad de 1,6 t/m<sup>3</sup>. Se ha considerado una capacidad adicional de 5%, respecto a la capacidad requerida en los criterios de diseño, para contrarrestar las mermas producidas por la habilitación de los caminos de acarreo.

#### 4.5.5 Manejo de Flujos de Excedentes Dentro del Pad

Con la finalidad de facilitar el manejo de los flujos de escorrentía dentro del área del Pad, durante los periodos de lluvias, se ha considerado tres sistemas para el manejo de excedentes: el primero consiste en un sistema de colección independiente en el punto bajo del Pad, el segundo; la colocación de grava de drenaje y un sistema de contención (gaviones) y por último, una alcantarilla para evacuar los flujos excedentes.



**Figura 4.11:** Vista Panorámica de la construcción de Pozas y Planta de Procesos  
**Fuente:** Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.- Unidad Breapampa



**Figura 4.12:** Vista actual de Planta y pozas  
**Fuente:** Generado Personalmente-Unidad Breapampa

#### **4.6. Depósito de Desmonte Mina**

El depósito de desmonte estará ubicado al este del Pad de lixiviación proyectado. La zona donde se localiza es apropiada ya que además de reducir los costos de acarreo, su topografía ofrece una disposición conveniente para esta instalación. El área aproximada que abarca el depósito de desmonte es de 106,900 m<sup>2</sup> (hasta el límite de corte y/o relleno).

De acuerdo al plan de minado, en el depósito de desmonte se depositará el material de desmonte procedente de las labores de mina del Tajo Breapampa. El botadero o depósito de desmonte tendrá una capacidad aproximada de 3'412,220 toneladas métricas, que equivalen a 1'961,000 m<sup>3</sup>.

Los taludes de apilamiento de diseño emplean bancos de 8 m de altura, taludes intermedios de 1.33H:1V y anchos de berma de 9,33 m, que definen un talud global de 2,5H: 1V por cada tres bancos considerados. Durante el carguío podrían requerirse ajustes si el ángulo de reposo no fuera el indicado o las banquetas podrían variar de ancho debido a deslizamientos de la cara del talud de desmonte.

Adicionalmente, se apilarán las capas con ligeras pendientes lo que permite un drenaje superficial adecuado en las banquetas del depósito de desmonte. Además, se ha considerado un coeficiente sísmico de 0.17 para el análisis y diseño de estabilidad de taludes del botadero.



**Figura 4.13:** Vista Panorámica de la construcción de Botadero  
**Fuente:** Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.- Unidad Breapampa



**Figura 4.14:** Vista actual de Botadero  
**Fuente:** Generado Personalmente-Unidad Breapampa

## **CAPITULO V**

### **GEOMECÁNICA**

#### **5.1. Análisis Geomecánico y estabilidad de taludes**

El Estudio de Estabilidad fue realizado por Vector Perú SAC. Como parte de este estudio, se analizó los datos geológicos existentes y se revisó los antiguos núcleos de taladros de perforación. Se recomendó y perforó nuevos taladros de perforación y se hizo nuevos logueos de núcleos de taladros de perforación. Finalmente, se desarrolló un nuevo modelo geomecánico para taludes finales y se definió la inclinación de banco, los taludes globales y entre rampas.

##### **5.1.1. Trabajos Realizados en Campo**

Los trabajos de campo realizados por Vector se iniciaron en el mes de mayo del 2007 con el relogueo de taladros de exploración en curso. Se continuó el 18 de junio con el programa de 4 perforaciones geomecánicas orientadas en el tajo Breapampa, programa que culminó el 16 de julio. Adicionalmente se realizó el mapeo geológico-geotécnico de superficie en algunos afloramientos, finalizándose todos los trabajos de campo el 18 de julio. Posteriormente, Vector recomendó una serie de 8 taladros geomecánicos verticales en el perímetro del área del tajo,

con la finalidad de definir mejor las zonas argilizadas, esta campaña fue realizada en el mes de octubre del 2007 y los testigos fueron logueados por Buenaventura.

**Tabla N°8:** Ubicación y orientación de Taladros Geomecánicos

TALADROS	COORDENADAS (m)		AZIMUT	INCLINACION	PROF.
	E	N	( <sup>o</sup> )	( <sup>o</sup> )	(m)
BRE-44*	643,65	8,333,270	180	-65	101.2
BRE-49*	643,649	8,333,306	0	-75	93.3
BRE-51*	643,699	8,333,251	0	-50	120.5
BRE-52*	643,55	8,333,337	180	-65	160.7
BRE-53*	643,697	8,333,249	180	-75	100
BRE-54*	643,553	8,333,248	0	-50	84.8
BRE-57*	643,599	8,333,348	180	-65	82.4
BRE-73	643,699	8,333,101	180	-55	131.1
BRE-76	643,754	8,333,273	65	-45	153.3
BRE-80	643,547	8,333,189	320	-45	143.6
BRE-81	643,599	8,333,321	0	-60	120
BRE-115**	643,65	8,333,383	0	-90	65.2
BRE-116**	643,551	8,333,375	0	-90	60.6
BRE-117**	643,749	8,333,347	0	-90	70.1
BRE-118**	643,749	8,333,223	0	-90	80.2
BRE-119**	643,749	8,333,170	0	-90	100.1
BRE-120**	643,738	8,333,081	0	-90	76.3
BRE-121**	643,55	8,333,489	0	-90	55
BRE-122**	643,597	8,333,084	0	-90	55.0

**Fuente:** Informe de planeamiento anual

Nota:

\* Taladro de exploración relogueado por Vector y Buenaventura.

\*\* Taladros geomecánicos logueados por Buenaventura

### 5.1.2. Ensayo de Laboratorio en Mecánica de Rocas

Se seleccionaron muestras representativas de testigos de roca de los taladros, para llevar a cabo un programa de ensayos de laboratorio en mecánica de rocas. Este se desarrolló en el laboratorio de Mecánica de rocas de la Universidad Nacional de Ingeniería y consistió en 4 ensayos de compresión no confinada, 6 ensayos de propiedades físicas, y 2 ensayos de compresión triaxial. También se realizaron ensayos de carga puntual diametral y axial en muestras de roca en el laboratorio de Vector.

La tabla 9 presenta los resultados de los ensayos de compresión no confinada en diversas litologías del área del tajo. En general los valores de resistencia varían de 10 MPa en el tufo de ceniza laminar a 38 MPa en el tufo lítico.

Los resultados de los ensayos de determinación de propiedades físicas se presentan en la Tabla 10. Estos indican que el peso específico aparente promedio de los tipos de roca del tajo Breapampa es  $20.9 \text{ KN/m}^3$ .

Los resultados de los ensayos de compresión triaxial se resumen en la Tabla 11 para especímenes de tufo ceniza y tufo lítico.

Los resultados de los ensayos de carga puntual diametral indican valores de la resistencia a la compresión no confinada equivalente, similares o ligeramente mayores a la estimación de campo.

**Tabla N°9:** Resultados de Ensayos de Compresión no Confinada

MUESTRA	PROFUNDIDAD(m)	LITOLOGIA	DIAMETRO(cm)	UCS(Mpa)
BRE - 76 - 01	20.82 - 21.04	Tufo Lítico	6.06	38.41
BRE - 76 - 04	148.75 - 149.04	Brecha Tufácea	6.06	29.19
BRE - 80 - 04	135.55 - 135.80	Tufo Ceniza Laminar	6.06	10.08
BRE - 80 - 05	56.35 - 56.60	Tufo Ceniza	6.06	26.40

Fuente: Informe de planeamiento anual

UCS: Resistencia a la compresión no confinada

**Tabla N°10:** Resultados de Ensayos de Propiedades Físicas

MUESTRA	PROFUNDIDAD(m)	LITOLOGIA	DENSIDAD SECA(g/cm3)	DENSIDAD HUMEDA(g/m3)	POROSIDAD APARENTE(%)	ABSORCION(%)	PESO ESPECIFICO APARENTE(KN/m3)
BRE-73-02	79.73-80.00	Tufo Ceniza	2.25	2.38	13.37	5.95	22.04
BRE-76-01	20.82-21.04	Tufo Lítico	1.97	2.10	13.17	6.69	19.29
BRE-76-04	148.75-149.04	Brecha Tufácea	2.22	2.40	17.86	8.03	21.80
BRE-80-03	90.35-90.68	Tufo Lítico	2.12	2.33	20.95	9.86	20.82
BRE-80-04	135.55-135.80	Tufo Ceniza Laminar	2.19	2.41	22.80	10.43	21.43
BRE-80-05	56.35-56.60	Tufo Ceniza	2.07	2.19	11.80	5.70	20.27

Fuente: Informe de planeamiento anual

**Tabla N°11:** Resultados de Ensayos de Compresión Triaxial

MUESTRA	PROFUNDIDAD(m)	DUREZA (R)	LITOLOGIA	CONFIN.(MPa)	RESISTENCIA(MPa)
BRE-73-01	55.10-55.36	R4	Tufo Ceniza	2	48.85
BRE-73-02	79.73-80.00	R3.5	Tufo Ceniza	4	122.41
BRE-80-01	11.65-11.90	R3.5	Tufo Lítico	1	20.00
BRE-80-02	82.62-82.90	R3.5	Tufo Lítico	2	23.65
BRE-80-03	90.35-90.68	R3.5	Tufo Lítico	4	30.13

Fuente: Informe de planeamiento anual

### **5.1.2.1. Parámetros geotécnicos**

#### **A.- Brecha Hidrotermal**

Esta roca presenta características geomecánicas intermedias dentro del tajo. Para el modelamiento por el modelo de Hoek y Brown los parámetros utilizados fueron una resistencia a la compresión no confinada (UCS) de 70 MPa, un GSI de 28, índice de roca intacta de 13 y una disturbancia D de 1 debido a que si bien se explota con explosivos, está roca tendrá una falla poco profunda por lo que se verá afectada toda la zona de la posible falla. Sus propiedades para el modelo Mohr-Coulomb corresponden a una cohesión de 25 kPa y ángulo de fricción de 30°. La densidad húmeda adoptada para esta roca fue de 20 KN/m<sup>3</sup>.

#### **B.- Toba de Sílice Laminar**

Esta roca presenta características geomecánicas intermedias a bajas dentro del tajo. Para el modelamiento por el modelo de Hoek y Brown los parámetros utilizados fueron una resistencia a la compresión no confinada (UCS) de 40 MPa, un GSI de 25, índice de roca intacta de 13 y una disturbancia D de 1 debido a que si bien se explota con explosivos, está roca tendrá una falla poco profunda por lo que se verá afectada toda la zona de la posible falla. Sus propiedades para el modelo Mohr-Coulomb corresponden a una cohesión de 20 kPa y ángulo de fricción de 27°. La densidad húmeda adoptada para esta roca fue de 20 KN/m<sup>3</sup>.

**C.- Toba Sílice Vuggy**

Esta roca presenta características geomecánicas intermedias dentro del tajo. Para el modelamiento por el modelo de Hoek y Brown los parámetros utilizados fueron una resistencia a la compresión no confinada (UCS) de 50 MPa, un GSI de 28, índice de roca intacta de 13 y una disturbancia D de 1 debido a que si bien se explota con explosivos, esta roca tendrá una falla poco profunda por lo que se verá afectada toda la zona de la posible falla. Sus propiedades para el modelo Mohr-Coulomb corresponden a una cohesión de 20 kPa y ángulo de fricción de 32°. La densidad húmeda adoptada para esta roca fue de 20 KN/m<sup>3</sup>.

**D.- Toba Silicificada**

Esta roca presenta características geomecánicas intermedias dentro del tajo. Para el modelamiento por el modelo de Hoek y Brown los parámetros utilizados fueron una resistencia a la compresión no confinada (UCS) de 80 MPa, un GSI de 35, índice de roca intacta de 14 y una disturbancia D de 0,8 debido a que si bien se explota con explosivos, esta roca no será totalmente afectada en profundidad y es más resistente en comparación de las otras rocas presentes en el tajo. Sus propiedades para el modelo Mohr-Coulomb corresponden a una cohesión de 25 kPa y ángulo de fricción de 32°. La densidad húmeda adoptada para esta roca fue de 21 KN/m<sup>3</sup>.

**E.- Toba Argílica**

Esta roca presenta características geomecánicas bajas dentro del tajo, pero no es

muy abundante dentro del mismo. Para el modelamiento por el modelo de Hoek y Brown los parámetros utilizados fueron una resistencia a la compresión no confinada (UCS) de 30 MPa, un GSI de 25, índice de roca intacta de 12 y una disturbancia D de 0,9 debido a que si bien se explota con explosivos, esta roca no será totalmente afectada en profundidad y se presenta en algunos lugares. Sus propiedades para el modelo Mohr-Coulomb corresponden a una cohesión de 10 kPa y ángulo de fricción de 32°. La densidad húmeda adoptada para esta roca fue de 20,5 KN/m<sup>3</sup>.

#### **F.- Suelo Residual de Limolita**

Este suelo se encuentra en la cimentación de la futura expansión del tajo. Para el modelamiento por el modelo de Hoek y Brown los parámetros utilizados fueron una resistencia a la compresión no confinada (UCS) de 40 MPa, un GSI de 18, índice de roca intacta de 7 y una disturbancia D de 0,7 debido a que si bien se explota con explosivos, esta roca no será totalmente afecta en profundidad y se presenta básicamente la base de los taludes finales del tajo.

#### **G.- Suelo Residual de Toba Sílice Vuggy**

Este suelo se presenta en las zonas superficiales de los taludes finales del tajo con características geomecánicas intermedias a bajas dentro del tajo. Sus propiedades para el modelo Mohr-Coulomb corresponden a una cohesión de 20 kPa y ángulo de fricción de 30°. La densidad húmeda adoptada para esta roca fue de 16,5 KN/m<sup>3</sup>.

## H.- Suelo Coluvial de Toba Sílice Vuggy

Este suelo se presenta en las zonas superficiales de los taludes finales del tajo con características geomecánicas bajas dentro del tajo. Sus propiedades para el modelo Mohr- Coulomb corresponden a una cohesión de 10 kPa y ángulo de fricción de 28°.

La densidad húmeda adoptada para esta roca fue de 16 KN/m<sup>3</sup>.

## I.- Parámetros de Estabilidad

En la Tabla 12 se presenta los parámetros del modelo Hoek y Brown así como también los usados para obtener dichos valores. Estos parámetros corresponden a las salidas del programa RocLab.

**Tabla N°12:** Resumen de Propiedad de la Roca

Material	$\gamma_{total}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	GSI	UCS (MPa)	mi	mb*	s*	a*	D
Brecha hidrotermal	20.0	20.5	28	70	13	0,0759	6,14E-06	0,526	1
Toba de sílice laminar	20	20.5	22	40	12	0,0456	2,26E-06	0,538	1
Toba sílice vuggy	20	20.5	25	50	12	0,0565	3,72E-06	0,531	1
Toba silicificada	21	21.5	32	80	14	0,2444	3,35E-05	0,52	0,8
Toba argílica	20.5	21	20	30	12	0,0665	3,05E-06	0,544	0,9
Suelo residual de limolita	17.5	18.5	18	40	7	0,0773	6,89E-06	0,55	0,7

**Fuente:** Informe de planeamiento anual

### Abreviaturas:

$\gamma_{Total}$ : Peso específico total del suelo  
 GSI: Índice geológico de resistencia  
 mi: Constante de roca intacta

$\gamma_{Sat}$ : Peso específico saturado del suelo  
 UCS: Compresión no confinada  
 D: Factor de disturbancia.

En la Tabla 13 se presenta los parámetros del modelo Mohr-Coulomb para el análisis de bancos en suelos residuales o coluviales. Estos parámetros corresponden a los resultados obtenidos en laboratorio e investigaciones de campo.

**Tabla N°13:** Resumen de Propiedades Mohr-Coulomb de los Suelos y Rocas

Material	$\gamma_{total}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	Propiedades Mecánicas	
			$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)
Suelo residual de toba sílice vuggy	16,5	17,5	20	30
Suelo coluvial de toba sílice vuggy	16	17	10	28
Brecha hidrotermal	20	20,5	25	30
Toba de sílice laminar	20	20,5	20	27
Toba sílice vuggy	20	20,5	20	32
Toba silicificada	21	21,5	25	32
Toba argílica	20,5	21	10	32

**Fuente:** Informe de planeamiento anual

**Abreviaturas:**

$\gamma_{total}$ : Peso específico total del suelo  
 $c$ : Cohesión

$\gamma_{sat}$ : Peso específico saturado del suelo  
 $\phi$ : Angulo de fricción interna del suelo

### 5.1.3. Evaluación Geomecánica

Los loqueos geomecánicos fueron utilizados para obtener las propiedades geomecánicas del macizo rocoso en cada taladro. Las figuras 1, 2, 3, 4, 5 (Anexo A) resumen gráficamente las principales propiedades geomecánicas de los 4 taladros logueados por vector, de los 7 taladros relogueados, así como de los 8 taladros adicionales confirmatorios logueados por Buenaventura. Estas propiedades son la dureza o resistencia de la roca intacta en las escalas de resistencia R o S según corresponda, el valor de RQD, y la condición de las discontinuidades, además del

valor estimado del RMR básico en la versión 1989, definiendo un límite arbitrario para valores de regular a muy bueno y de malo a muy malo.

#### **5.1.3.1. Dureza o Resistencia**

Las figuras 1 y 2 (Anexo A) resumen el registro de dureza o resistencia de los 19 taladros geomecánicos, en términos de la resistencia S y R, respectivamente, la cual fue estimada en el campo mediante los procedimientos estandarizados del ISRM. Se definió un límite de  $R= 2.0$  para separar a los testigos de regular a buena calidad de los de mala calidad. En general el tufo lítico tiene resistencias en la escala de roca R, sin embargo los tufos ceniza o tufos ceniza laminar también tienen resistencias en la escala suelos(S), asociados a tramos de argilización intensa.

#### **5.1.3.2. Grado de Fracturamiento (RQD)**

Los taladros geomecánicos muestran una gran variabilidad en el grado de fracturamiento, el cual puede tener un impacto importante en el diseño de bancos y talud interrampa. Los taladros que contienen tramos de intensa argilización presenta valores de  $RQD=0$ . La figura 3 (Anexo A) compara los valores de RQD en los taladros geomecánicos realizados estableciendo el límite de  $RQD=50\%$  para la diferenciación de calidad del macizo rocoso. Se observa un buen porcentaje de taladros donde el valor de RQD es cero.

En macizos rocosos altamente fracturados ( $RQD < 50$ ), las estructuras generalmente tienen un impacto menor en la cara inclinada del banco. Sin embargo, la resistencia

y calidad general del macizo se verá reducida, lo cual tiene un impacto significativo en el diseño del ángulo interrampa. Por esta razón, en este caso se prefirió confeccionar un modelo de dureza de los materiales.

#### **5.1.3.3. Condiciones de Fracturas**

La condición de las discontinuidades ha sido medida bajo los lineamientos del sistema de clasificación geomecánica RMR en la versión de 1989. La figura 4 (Anexo A) resume este registro para los taladros geomecánicos, estableciéndose el valor de 15 como un límite para separar la condición favorable de la desfavorable. Se observa una gran variabilidad en la condición de discontinuidades en los tramos en roca, pues este parámetro no tiene significado en los tramos de suelo (dureza S)

#### **5.1.3.4. RMR**

La figura 5 (Anexo A) resume la valoración RMR básica, es decir aquella que no toma en cuenta la influencia de la orientación de las discontinuidades, en los taladros geomecánicos. Se usó el límite de RMR= 40 para separar los tramos de mala calidad de los tramos de calidad regular a buena. En general, el valor del RMR básico es variable en los sectores de roca. Para los tramos de suelo no se ha calculado este parámetro.

#### 5.1.4. Parámetros Geomecánicos de las Discontinuidades

Los parámetros geomecánicos de las discontinuidades fueron analizados estadísticamente para observar el número de ocurrencia para cada puntaje. Las propiedades geomecánicas analizadas fueron: forma, relleno y rugosidad. La figura 6 (Anexo A) muestra este análisis.

Para un diseño confiable de los bancos, se deben conocer parámetros adicionales para cada familia de discontinuidades. Estos parámetros son:

**Longitud y persistencia**, que se puede obtener solo del mapeo superficial

**Espaciamiento**, que se puede obtener solo del mapeo superficial; y

**Orientación**, que se obtiene del mapeo superficial y orientación de testigos.

Cada una de estos parámetros tiene una distribución que se puede aproximar a un valor medio o representativo, y cada uno es importante para la confiabilidad del diseño de bancos.

**Persistencia de Juntas:** los datos de mapeo superficial incluyeron estimaciones de la longitud para cada junta mapeada. Estos datos se utilizaron para confeccionar un histograma de frecuencias (Figura 7 de Anexo A), el cual permitió obtener una longitud representativa de las discontinuidades. La distribución acumulativa de longitudes mínimas de juntas muestra una longitud representativa de 0.8m para el 80% de frecuencia acumulada.

**Espaciamiento de Juntas:** la estimación del espaciamiento de las juntas se realizó a partir del mapeo superficial en los afloramientos disponibles del área del tajo

Breapampa mediante un análisis estadístico. La figura 8 (Anexo A) presenta un histograma de espaciamientos el área del tajo, el cual ha permitido definir un espaciamiento característico de 0.75m para el 80% de frecuencia acumulada.

#### **5.1.5. Propiedades geomecánicas**

Los valores promedio de dureza (R), RQD. Condición de fracturas (CF) y RMR de los tramos de roca de los taladros geomecánicos (Figura 2 al 5 del Anexo A), fueron usados para caracterizar las propiedades geomecánicas de cada tipo de roca, clasificado en función de su litología y alteración. Los valores promedio de estas propiedades se muestran en la tabla 14.

Para tener un buen entendimiento de la resistencia de los tipos de roca según su litología y alteración se seleccionaron muestras de testigos para ensayos de laboratorio de compresión simple y compresión triaxial (Figura 9 de Anexo A) en suelo y roca. Las muestras seleccionadas corresponden a los 4 taladros geomecánicos logueados por Vector, según se presenta en la Tabla 15.

Las presiones de confinamiento utilizadas en las pruebas triaxiales fueron determinadas a partir de la estimación de las posibles presiones litostáticas a ser experimentadas en la zona de la falla para taludes del tajo de aproximadamente de 100m de altura.

**Tabla N°14:** Propiedades Geomecánicas Promedio

LITOLOGIA	ALTERACION	VALORES PROMEDIO			
		R	RQD	CF	RMR
Tufo Lítico	Cuarzo Alunita	3.4	87	20	60
	Sílice Fuerte-Cuarzo Alunita				
Tufo Lítico	Sílice Fuerte-Cuarzo Vuggy	3.7	49	14	46
	Sílice Vuggy-Cuarzo Alunita				
Tufo Lítico	Sílice Fuerte-Cuarzo Alunita-Sílice Vuggy	3.5	33	12	40
	Sílice Vuggy				
Tufo Ceniza Laminado	Sílice Fuerte	3.7	69	19	57
Tufo Ceniza Laminado	Cuarzo Alunita	3.0	32	13	41
	Sílice Fuerte-Cuarzo Alunita-Argilica				
	Sílice Fuerte-Cuarzo Alunita				

**Fuente:** Informe de planeamiento anual-Vector

Donde:

RQD = Índice de la Calidad de la Roca

R = Estimación de Dureza de la Roca

CF = Condición de Fracturas

RMR = Valoración del macizo Rocoso

Los resultados de los ensayos de compresión simple y compresión triaxial fueron organizados por litología y alteración, en base a su ubicación en un gráfico de  $\sigma_1$  versus  $\sigma_3$ , como se resume en la Tabla 15, y graficadas como se ilustra en la Figura 10 (Anexo A) para roca. Estos resultados fueron utilizados para formular el criterio de falla.

**Tabla N°15:** Resultados de Ensayos por Zona de Análisis

TALADRO	PROF. (m)	LITOLOGÍA	ALTERACION	ENSAYO	$\sigma_1$ (Mpa)	$\sigma_3$ (Mpa)
BRE-81	98	Tufo Ceniza	Argílica Fuerte *	UCS	0.902	0.00
BRE-81	98	Tufo Ceniza	Argílica Fuerte *	UCS	0.857	0.00
BRE-76	80	Tufo Ceniza	Argílica Fuerte *	Triaxial	0.374	0.15
BRE-76	80	Tufo Ceniza	Argílica Fuerte *	Triaxial	0.731	0.30
BRE-76	80	Tufo Ceniza	Argílica Fuerte *	Triaxial	1.246	0.60
BRE-76	78	Tufo Laminado	Argílica Fuerte *	Triaxial	0.290	0.15
BRE-76	78	Tufo Laminado	Argílica Fuerte *	Triaxial	0.465	0.30
BRE-76	78	Tufo Laminado	Argílica Fuerte *	Triaxial	0.799	0.60
BRE-73	115	Tufo Lítico	Argílica Fuerte *	UCS	0.070	0.00
BRE-73	115	Tufo Lítico	Argílica Fuerte *	UCS	0.093	0.00
BRE-76	21	Tufo Lítico	Cuarzo Alunita Fuerte	UCS	38.4	0.00
BRE-76	149	Brecha Tufácea	Propilítico Moderada	UCS	29.2	0.00
BRE-80	135	Tufo Ceniza	Sílice Bajo	UCS	10.1	0.00
BRE-73	80	Tufo Ceniza	Sílice Fuerte	Triaxial	122.4	4.0
BRE-73	55	Tufo Ceniza	Sílice Mod. Fuerte	Triaxial	48.9	2.0
BRE-80	56	Tufo Ceniza	Sílice Moderada	UCS	26.4	0.0
BRE-80	90	Tufo Laminado	Sílice Fuerte	Triaxial	30.2	4.0
BRE-80	82	Tufo Lítico	Sílice Fuerte	Triaxial	23.7	2.0
BRE-80	11	Tufo Lítico	Sílice Moderada	Triaxial	20.0	1.0

**Fuente:** Informe de planeamiento anual-Vector

Dónde:

$\sigma_1$  = Esfuerzo de Compresión Mayor

$\sigma_3$  = Esfuerzo de Compresión Menor

UCS = Ensayo de Compresión no Confinada

\* = Ensayado como Suelo

### 5.1.6. Parámetros de Resistencia del Macizo Rocoso

Los parámetros de resistencia de la roca intacta, clasificada por litología y alteración, se combinaron con las propiedades de los logueos geomecánicos para crear parámetros de resistencia del macizo rocoso a usar en el programa de análisis de estabilidad por equilibrio límite SLIDE.

Antes de calcular los parámetros de resistencia del macizo rocoso, fue necesario

tomar un valor apropiado de GSI (Geologic Strength Index) para cada material. El valor de GSI es determinado a partir de una tabla grafica con la descripción de la condición promedio de juntas del macizo rocoso en el eje X y una descripción de sus características estructurales promedio en el eje Y (Figura 11 Anexo A). La condición promedio de juntas se puede tomar de los logueos geomecánicos. En la siguiente tabla se muestran los valores estimados del valor GSI para cinco tipos de roca según su litología y alteración. El tufo lítico fue subdividido en 3 subclases según su alteración y el tufo de ceniza laminar en 2 subtipos también de acuerdo a su alteración.

**Tabla N°16:** Estimación de Valores de GSI por Tipo de Roca

LITOLOGÍA	ALTERACION	CF	CONDICION DE LA SUPERFICIE DE FRACTURAS	TIPO ESTRUCTURAL	GSI
Tufo Lítico	Cuarzo Alunita	20	Regular a Buena	Fracturada a Muy Fracturada en Bloques	54
	Sílice Fuerte-Cuarzo Alunita				
	Sílice Fuerte-Cuarzo Vuggy	14	Pobre	Fracturada a Muy Fracturada en Bloques	42
	Sílice Vuggy-Cuarzo Alunita				
	Sílice Fuerte-Cuarzo Alunita-Sílice Vuggy	12	Pobre	Fracturada a Muy Fracturada en Bloques	38
Sílice Vuggy					
Tufo Ceniza Laminar	Sílice Fuerte	19	Regular	Fracturada en Bloques/Disturbada/Fisurada	45
	Cuarzo Alunita	13	Pobre	Muy Fracturada en Bloques	31
	Sílice Fuerte-Cuarzo Alunita-Argilica				
	Sílice Fuerte-Cuarzo Alunita				

**Fuente:** Informe de planeamiento anual-Vector

Los resultados de los ensayos de compresión triaxial de la roca intacta se usaron para obtener los parámetros de resistencia del macizo rocoso a ser usados en el análisis de estabilidad de taludes, combinándolos con el valor GSI obtenido para cada tipo de roca. Donde fue posible se ingresaron los pares de esfuerzos principales  $\sigma_1$  y  $\sigma_3$  en el programa ROCLAB para obtener los parámetros de resistencia del macizo rocoso bajo el criterio de Hoek- Brown, además del parámetro  $m_i$  y  $\sigma_{ci}$  (Resistencia a la compresión no confinada de la roca intacta), y el factor de daño como se muestran en la siguiente tabla. Los parámetros obtenidos del criterio de falla de Hoek y Brown son  $m_b$ ,  $s$  y  $a$ , como se indica en la siguiente tabla.

**Tabla N°17:** Parámetros de Resistencia del Macizo Rocosó

LITOLOGÍA	ALTERACION	PARAMETROS DE ENTRADA A ROCLAB						PARAMETROS HOEK-BROWN		
		GSI	$\sigma_1$ (Mpa)	$\sigma_3$ (Mpa)	$m_i$	$\sigma_{ci}$ (Mpa)	Factor de Daño	$m_b$	$s$	$a$
Tufo Lítico	Sílice Vuggy	38	20.0	1.0	6.8	16.0	0.5	0.355	0.0003	0.513
			23.7	2.0						
			30.2	4.0						
Tufo Ceniza Laminar	Sílice Fuerte	45	26.4	0.0	28.5	25.4	0.7	1079	0.0002	0.508
			48.9	2.0						
Tufo Ceniza Laminar	Cuarzo Alunita	31	-	-	6.8	16.0	0.5	0.254	0.0001	0.521

**Fuente:** Informe de planeamiento anual-Vector

Se definieron los Parámetros del macizo rocoso para los tres tipos de roca indicados en la Tabla 17, los cuales están involucrados en las secciones del análisis de estabilidad. En las Figuras 12 a 14 (Anexo A) se presentan las curvas de resistencia obtenidas con el programa ROCLAB y usadas en el análisis de estabilidad general realizado en el programa SLIDE, para los tres tipos de roca indicados. En la

figura 15 (Anexo A) se presenta la gráfica resumen de propiedades de resistencia del macizo rocoso obtenidas con el criterio de falla de Hoek y Brown. En la Figura 16 (Anexo A), para quien está más habituado a utilizar los parámetros de resistencia del criterio tradicional de Mohr – Coulomb, se presenta las envolventes equivalentes para roca. Las propiedades de ángulo de fricción equivalente ( $\phi$ ) y cohesión ( $c$ ) de cada uno de estos materiales se presentan en la siguiente Tabla.

**Tabla N°18:** Valores Mohr-Coulomb Equivalentes para parámetros de Resistencia del Macizo Rocosos

LITOLOGÍA	ALTERACION	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	COHESION (MPa)
Tufo Lítico	Sílice Vuggy	29.2	0.170
Tufo Ceniza Laminar	Cuarzo Alunita	25.8	0.145
Tufo Ceniza Laminar	Sílice Fuerte	41.8	0.312
Tufo Ceniza Laminar	Argílico-Pico	27.5	0.032
Tufo Ceniza Laminar	Argílico Residual	18.1	0.050
Tufo Ceniza Laminar	Argílico Plastico	4.0	0.053

Fuente: Informe de planeamiento anual-Vector

### 5.1.7. Análisis de Estabilidad de Taludes en el Programa SLIDE

Para el análisis de estabilidad de los taludes se usaron los parámetros promedio de resistencia de macizo rocoso usando el criterio de Hoek-Brown, y para los materiales de suelo se utilizaron parámetros de Mohr-Coulomb. Cada una de las secciones geomecánicas, mostradas en el Plano 100-07 fue analizada tomando en cuenta las condiciones de drenaje de los diversos materiales; en el caso de los materiales argilizados plásticos se consideró que el material a cortar tendría un comportamiento no drenado, debido a su baja permeabilidad. En el modelo de

resistencia de la roca argilizada también se consideró un comportamiento anisotrópico, utilizando los valores residuales para la dirección horizontal y los valores pico para la dirección vertical.

El ángulo interrampa proveniente del diseño preliminar del cono de Buenaventura fue usado como punto inicial para el análisis de cada sección transversal. Este ángulo fue optimizado en los sectores donde el análisis estereográfico resultó en ángulos más empinados, verificándose la estabilidad del talud asumiendo una superficie de falla general. Por el contrario, en el sector sur y una parte del sector este la presencia de material argilizado requiere que los taludes sean más tendidos para alcanzar el factor de seguridad de diseño aceptable de 1.2.

El criterio del valor de factor de seguridad mínimo estático de 1.2 se ha adoptado debido a que en el diseño de tajos abiertos no existe la preocupación respecto a la protección de infraestructura específica. La intensa alteración hidrotermal ha creado zonas de roca muy dura y roca muy débil, con muy poca roca entre estos dos extremos. El diseño de los taludes interrampa consiste en ángulos muy parados ( $47^{\circ}$ - $49^{\circ}$ ) o ángulos muy tendidos ( $25^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ), dependiendo de la ubicación del pie del talud respecto a las zonas de intensa alteración argílica. Las partes bajas de las paredes del sector noroeste de este cono caen en la zona de silicificación, de modo que los ángulos interrampa resultaron controlados por el análisis estereográfico de las familias de discontinuidades

respecto a la orientación del talud. Así, se obtuvieron ángulos interrampa máximos de 49° dentro de la zona de alteración de sílice, y 47° fuera de la zona silicificada. Las zonas inferiores del sector sureste de este cono caen en la zona de intensa alteración argílica, por lo que los ángulos interrampa fueron controlados por el análisis de estabilidad global.

Para el sector sureste del cono, las posibilidades de diseño fueron limitadas. Se consideraron dos opciones: la Opción 1 consistió en conservar intacta la ubicación de los pies de talud del diseño de Buenaventura, y reducir el ángulo del talud; el diseño resultante mina aproximadamente 2 311 000 metros cúbicos de material, representando un incremento de 13% en tonelaje respecto al cono de Buenaventura. La Opción 2 de diseño fue mover el pie del cono de Buenaventura hacia adentro hasta hallar una configuración estable; el diseño resultante mina aproximadamente 1 513 000 metros cúbicos de material, representando un decremento en tonelaje de 26% respecto al cono de Buenaventura con una pérdida de tonelaje significativa, debido a que aún requiere de ángulos interrampa relativamente tendidos (25° a 40°) para el sector sureste del tajo.

En acuerdo con Buenaventura se decidió adoptar la Opción 1 para proveer las recomendaciones de diseño finales.

Para obtener un factor de seguridad igual o mayor a 1.2, la Tabla 19 muestra los máximos ángulos interrampa requeridos para cada azimut.

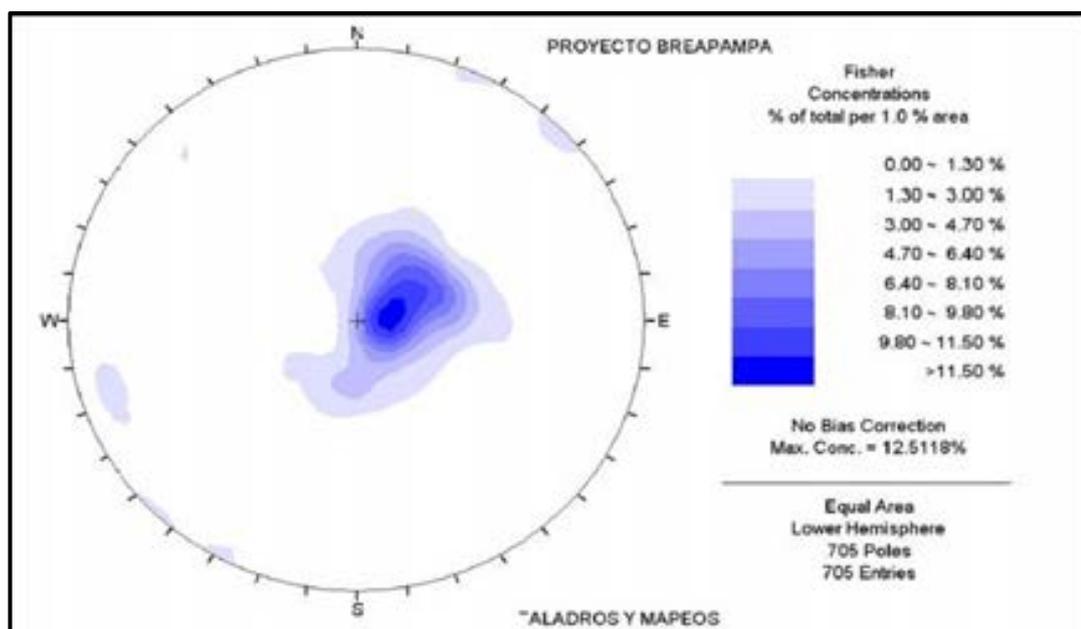
**Tabla N°19:** Máximos ángulos inter-rampa recomendados

AZIMUT DE SECCION °	MAXIMO ANGULO INTERRAMPA	OBSERVACIONES
0	47	Banco Doble
30	47	Banco Doble
60	47	Banco Doble
90	27	Banco Simple
120	47	Banco Doble
150	20	Banco Simple
180	20	Banco Simple
210	29	Banco Simple
240	47	Banco Doble
270	47	Banco Doble
300	47	Banco Doble
330	49	Banco Doble

**Fuente:** Informe de planeamiento anual

### 5.1.7.1. Definición de Dominios Estructurales

Se definió un dominio estructural único, combinando los estereogramas de estructuras orientadas en taladros y los estereogramas de mapeos superficiales. El estereograma de la Figura 5.1 ilustra los contornos de frecuencia de las orientaciones de los planos. Los intervalos de contornos del tipo Fisher se definieron, dependiendo de la máxima concentración encontrada, entre 0.5 y 1.0 y fueron achurados para una fácil identificación de las familias. Se aprecia una considerable concentración de polos cerca del centro del estereograma.



**Figura 5.1** Estereograma combinado de taladros y mapeos (Curvas de Concentración)  
Fuente: Informe anual de planeamiento Buenaventura - Vector

### 5.1.7.2. Definición de Familias de Discontinuidades

En el estereograma combinado, se definió además de la familia principal de discontinuidades algunas familias secundarias, mediante un polo representativo al

cual se le asignó un número de identificación. Para cada familia se trazaron conos de una y dos desviaciones estándar, de 68.27% y 95.44%, respectivamente. La siguiente tabla presenta la orientación promedio para cada familia.

**Tabla N°20.** Orientación de Familias de Juntas

FAMILIA	BUZAMIENTO (°)	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO (°)
1	17	77
2	16	248
3	78	71
4	89	216

**Fuente:** Informe anual de planeamiento Buenaventura - Vector

### 5.1.7.3. Identificación de Cuñas Potenciales

A partir de las familias de juntas definidas se identificaron las cuñas potenciales a ocurrir, mediante la intersección de los planos representativos de cada familia. La Figura 5.1 ilustra las intersecciones indicadas. Se observa 3 intersecciones, 2 de ellas en los cuadrantes noroeste y una en el cuadrante sureste, cerca del centro del estereograma.

### 5.1.7.4. Análisis Estereográfico de Bancos

El análisis estereográfico es ante todo usado en el diseño del ángulo de las caras de los bancos. La identificación de áreas problemáticas en este estudio es descrita en términos cualitativos pues el diseño del ángulo final de los bancos involucrará un considerable juicio ingenieril.

Debido a la presencia de zonas argilizadas en los sectores este y sur del tajo, el análisis estereográfico de estabilidad de bancos se realizó principalmente en los sectores norte, oeste, y otros sectores de roca competente, de acuerdo a la dirección de buzamiento del talud, como se indica en el plano 100-06. Se definieron 8 sectores de análisis. En la siguiente tabla se detalla la orientación promedio de los diferentes sectores definidos en el tajo donde es aplicable el análisis estereográfico.

**Tabla N°21.** Sectorización del tajo para el análisis estereográfico

SECTOR	DIRECCION DE BUZAMIENTO DEL TALUD (°)
S-1	150
S-2	198
S-3	223
S-4	252
S-5	315
S-6	45
S-7	13
S-8	90

**Fuente:** Informe anual de planeamiento Buenaventura – Vector

El análisis estereográfico consiste en graficar la orientación de los taludes de los bancos para cada sector en estereogramas con datos de juntas y cuñas, luego de lo cual las áreas con un problema potencial pueden ser identificadas en base a la ubicación relativa de las estructuras con respecto a un “círculo de ángulo de fricción”. Para cada sector del tajo se realizó el análisis cinemático de posibilidad de ocurrencia de falla planar o tipo cuña, definiéndose zonas de bajo, moderado y alto

riesgo de ocurrencia de estas fallas.

En todos los casos se utilizó un ángulo de inclinación de la cara del banco de 65°, que es el máximo ángulo estimado de la cara del banco para el análisis y un ángulo de fricción de las discontinuidades de 30°, basado en la evaluación de las características de las discontinuidades naturales de testigos de roca del tajo Breapampa.

#### **A.- Falla Planar**

Para las fallas planares se utilizaron 1 a 2 desviaciones estándar, para determinar el radio de influencia de cada polo, en función de la importancia de cada familia de discontinuidades. Luego, los polos de las orientaciones promedio de cada familia de juntas se compararon con su posición relativa a la “envolvente de exposición” de cada cara de banco analizada. En la Figura 17 (Anexo A) se presenta como ejemplo el análisis efectuado para el Sector S-1.

#### **B.- Falla en Cuña**

Para el análisis de fallas en cuña se definió una desviación de 5 a 10 grados alrededor de la intersección de familias definiendo una cuña, como se indica en la Figura 17 (Anexo A), donde se observa el análisis para el Sector S-1. Este punto de intersección fue comparado con su ubicación relativa al “círculo de ángulo de fricción”.

En el anexo C, se presentan los análisis estereográficos para falla planar y en cuña para todos los sectores seleccionados del tajo. Como resultado del análisis, en cada

caso se concluye en una puntuación que expresa la posibilidad de falla.

La posibilidad de fallas tipo vuelco es muy baja debido a que las estructuras principales tienen un buzamiento casi horizontal y las estructuras no son muy persistentes, por lo que este tipo de análisis no se ha realizado para cada sector.

#### **5.1.7.5. Determinación de posibilidad de falla de la cresta del Banco**

Determinación de posibilidad de falla de la cresta del banco, en base a los análisis de estereogramas para fallas planares y en cuña completados para cada sector de diseño, se generó un cuadro (Tabla 22) que califica la posibilidad de falla en la cresta de un banco debido a la combinación de los dos mecanismos de falla analizados. Esta calificación describe la posibilidad de falla en la cresta del talud de banco como baja, moderada, alta o muy alta. En esta puntuación también se tomó en consideración la información del mapeo superficial en Breapampa sobre espaciamiento y longitud de las fracturas mapeadas. (Figuras 7 Y 8 Anexo A)

**Tabla N°22.** Análisis Estereográfico-Posibilidad de Falla en la Cresta del Banco.

SUB SECTOR	PUNTUACIÓN PARA		POSIBILIDAD FALLA EN LA CRESTA
	FALLA PLANAR	FALLA EN CUÑA	
S-1	1	0	Baja
S-2	2	0	Baja
S-3	2	0	Baja
S-4	2	0	Baja
S-5	2	0	Baja
S-6	2	0	Baja
S-7	2	0	Baja
S-8	1	0	Baja

**Fuente:** Informe anual de planeamiento Buenaventura - Vector

Donde:

0 = No hay posibilidad de falla en la cresta del banco.

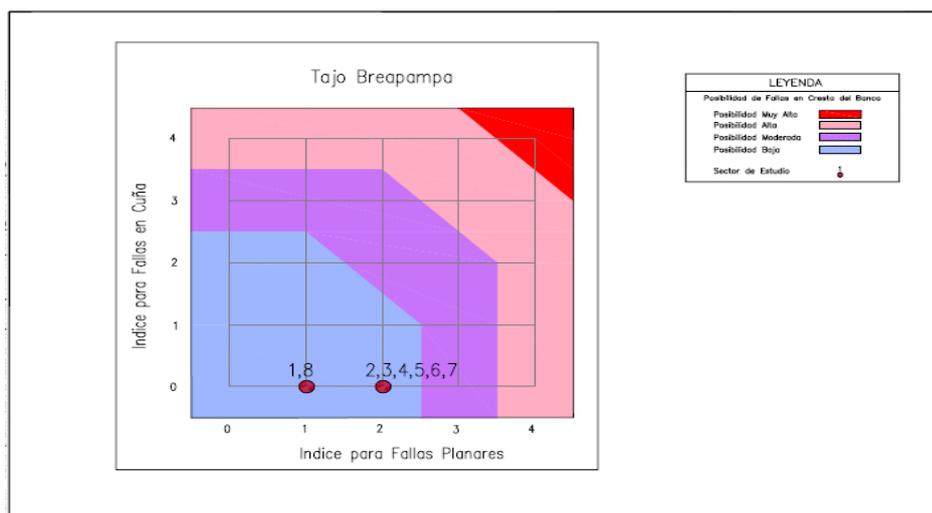
1 = Mínima posibilidad de falla en la cresta del banco.

2 = Alguna posibilidad de falla en la cresta del banco.

3 = Moderada posibilidad de falla en la cresta del banco.

4 = Alta posibilidad de falla en la cresta del banco.

La Figura 5.2 presenta las gráficas con las puntuaciones para falla planar en un eje y para falla por cuña en el otro, para cada sector del tajo. El gráfico resultante es usado luego para clasificar la posibilidad de falla en la cresta del banco. En este caso en todos los sectores analizados la posibilidad de falla es baja.



**Figura 5.2.** Puntajes por Sectores para Fallas Planares y en Cuña  
**Fuente:** Informe anual de planeamiento Buenaventura - Vector

#### 5.1.7.6. Ancho Mínimo de Banquetas de Seguridad

EL ancho mínimo de la banqueta de seguridad para una altura de banco dada ha sido generalmente determinada mediante el uso de la ecuación de Ritchie, la cual se define como:

$$W = 0.2(H) + 4.6$$

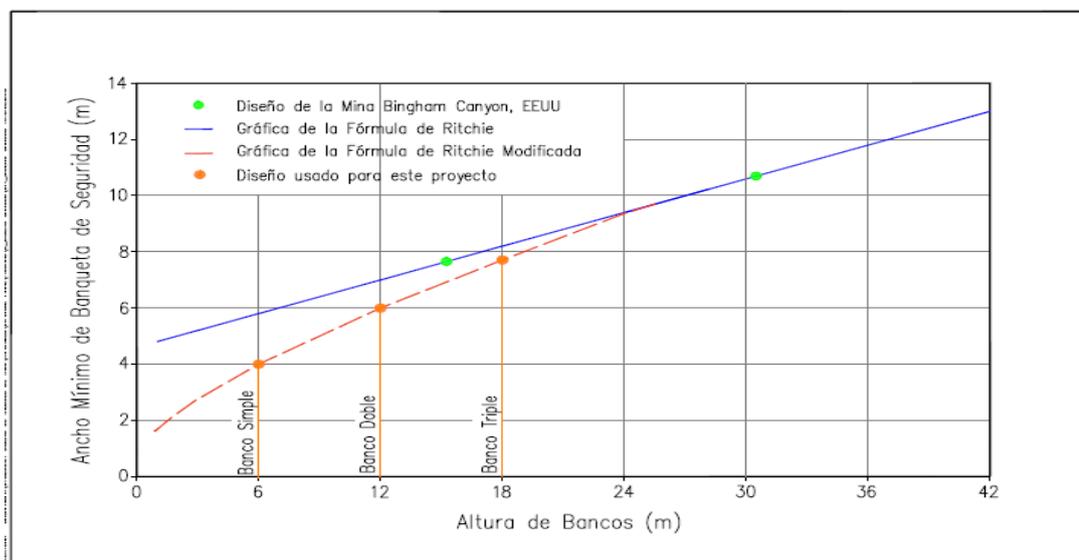
Donde:

W = Ancho mínimo de banqueta de seguridad.

H = Altura del banco.

Sin embargo, para alturas de banco relativamente bajas, esta fórmula puede ser muy conservadora. Para este proyecto se usó una versión modificada no-lineal de esta ecuación, la cual requiere banquetas de seguridad de menor ancho en bancos con menos de 20 metros de altura y banquetas de seguridad de anchos similares para bancos con más de 20 metros de altura. Con este cambio se obtiene un ancho mínimo de banqueta de seguridad de 4.0 m para bancos simples (6 metros de altura), 6.0 metros para bancos dobles (12 m de altura), y 7.7 para

bancos triples (18 m de altura). En la Figura 5.3 se puede observar la curva usada para la determinación de los anchos mínimos.



**Figura 5.3.** Ancho mínimo de banquetta de seguridad vs altura de bancos

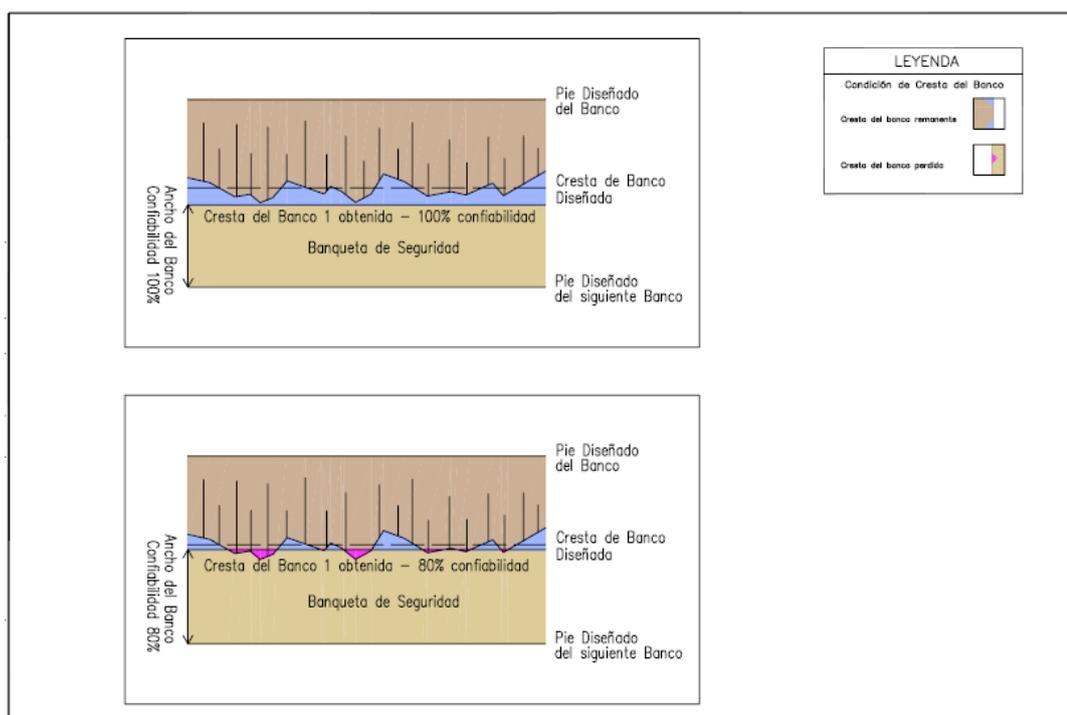
**Fuente:** Informe anual de planeamiento Buenaventura - Vector

El diseño del minado de bancos está determinado por la altura del banco, el ancho mínimo de banquetas de seguridad y el ángulo de la cara del banco. Para este estudio, dicho ángulo ha sido determinado mediante la combinación de las puntuaciones por sector para las fallas en la cresta de los bancos y el criterio ingenieril.

#### 5.1.7.7. Fallas en la Cresta de los Bancos

Cuando un banco es minado, la cresta del mismo no es lineal porque depende de la geometría y características de la estructura de la roca, así como de las prácticas de minado y voladura usadas.

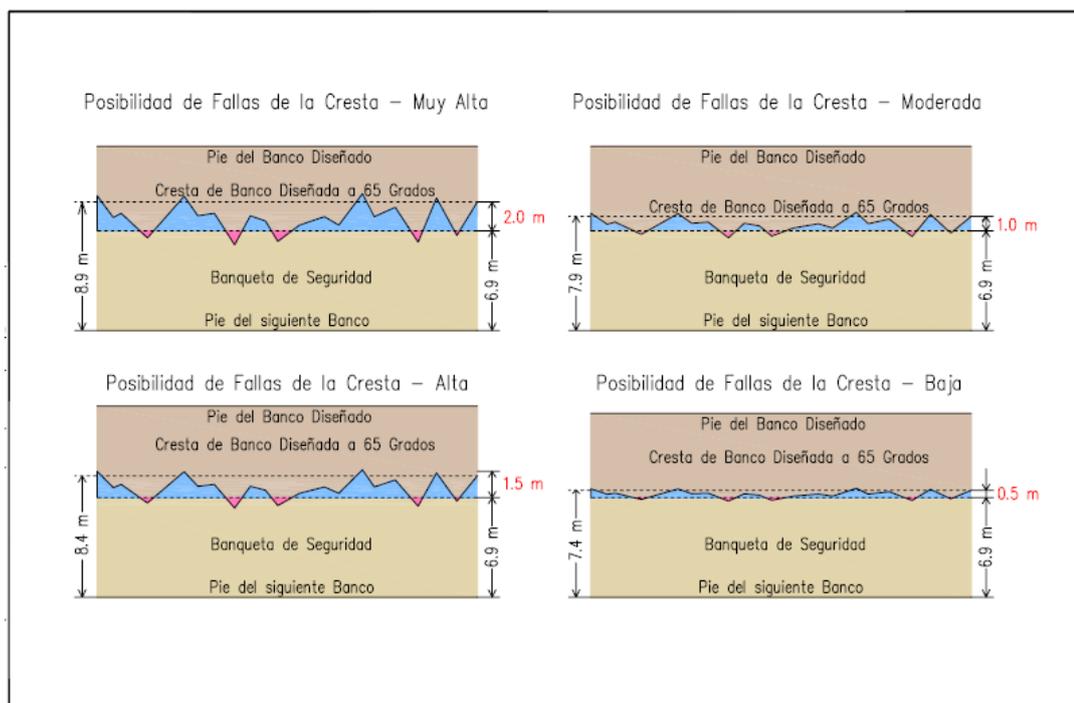
La confiabilidad en las banquetas de seguridad (catch bench) puede ser descrita en términos del porcentaje del banco remanente más allá de un ancho de banqueteta dado (Ver Figura 5.4). Para un área de bancos dada, el ancho de una banqueteta de seguridad para una confiabilidad del 100% en la cresta del banco es el ancho en el cual el 100% de la cresta queda como remanente. El ancho de banqueteta de seguridad para una confiabilidad del 80% es el ancho en el cual se conserva el 80% de la cresta. Para la misma área de bancos, el ancho de la banqueteta de seguridad con un 80% de confiabilidad siempre deberá ser mayor que el ancho de una banqueteta con 100% de confiabilidad.



**Figura 5.4.** Variabilidad en crestas de bancos debido a juntas.

**Fuente:** Informe anual de planeamiento Buenaventura - Vector

Para estimar el ángulo de la cara del banco para el diseño de la banqueta de seguridad, se asumió un valor fijo de pérdida de ancho de cresta a partir de un ángulo inicial de  $65^\circ$  para cada puntuación de posibilidad de falla en la cresta (ver Figura 5.5). Estos valores de pérdida de ancho en la cresta se basaron en los datos de buzamiento, espaciamiento y persistencia de las principales familias y en observaciones previas en minas en operación, utilizándose para el diseño de las banquetas de seguridad en cada sector del tajo. La pérdida o caída asumida en la cresta de un banco, en combinación con el ancho mínimo de la banqueta de seguridad determinado con la fórmula de Ritchie modificada, controló el ángulo interrampa obtenible para configuraciones de bancos simples.



**Figura 5.5.** Variabilidad en Crestas Asumidas

**Fuente:** Informe anual de planeamiento Buenaventura - Vector

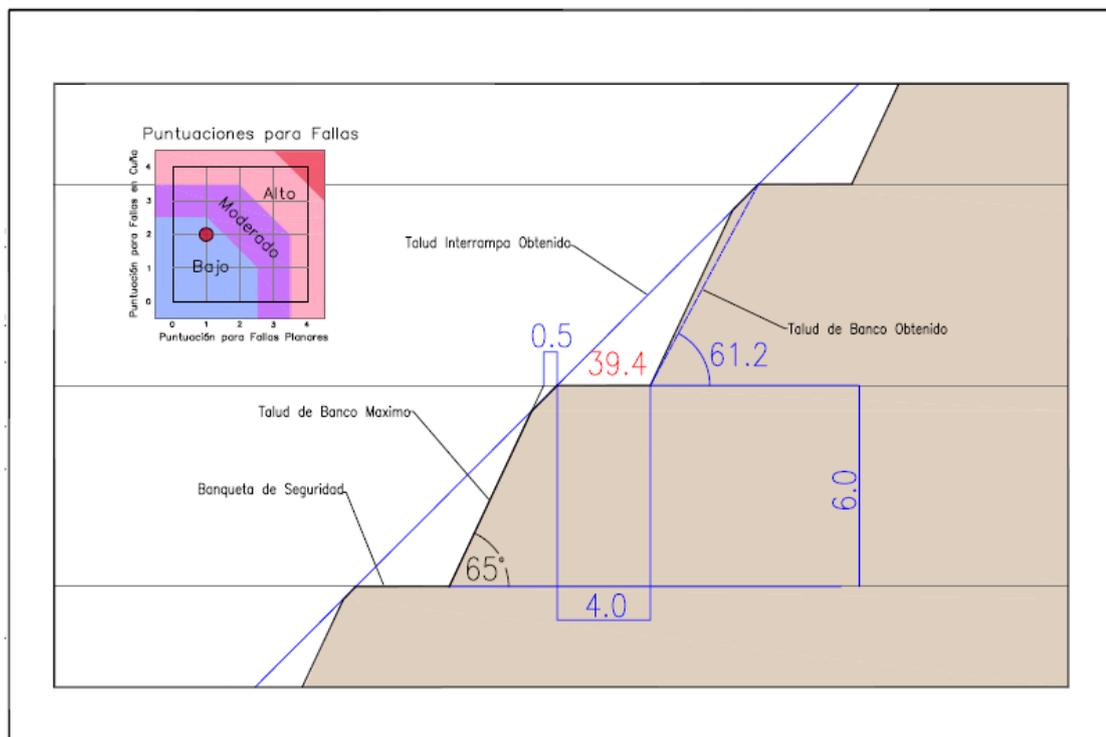
### 5.1.7.8. Diseño Genérico de Bancos Simples, Dobles y Triples

Dado que, en todos los sectores analizados la posibilidad de falla del talud del banco es baja, se estimó una distancia horizontal de falla desde la cresta del talud del banco de 0.5m en base a la información estadística de separación y persistencia de las familias de discontinuidades, lo que definió finalmente la inclinación del talud de banco y del talud interrampa, para el caso de bancos simples, dobles y triples, como se ilustra en las Figuras. 5.6, 5.7 y 5.8 respectivamente. La tabla N°23 resume las características del diseño y el Plano 100-6 presenta los ángulos interrampa correspondiente a cada sector de análisis.

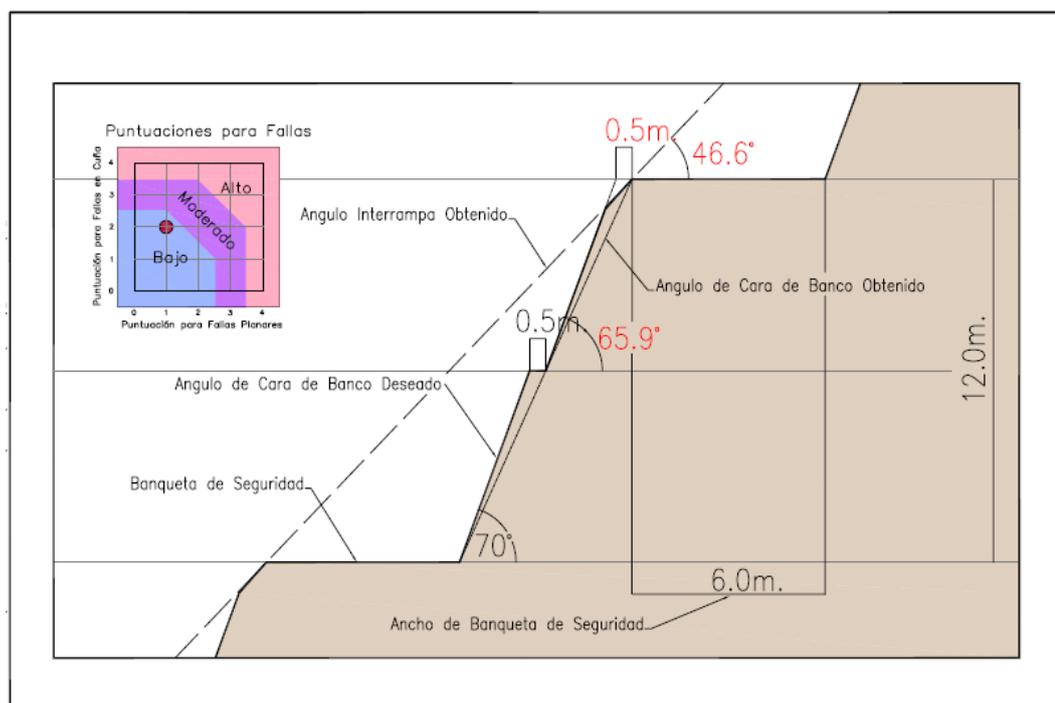
**Tabla N°23.** Diseño genérico de bancos de seguridad

Configuración de Banco	Altura	Posibilidad de Falla	Ancho mínimo de banquetas de seguridad(m)	Falla en cresta de banco(m)	Angulo de cara del banco(°)	Angulo Interrampa(°)
Simple Figura 5.7	6	Baja	4	0.5	61.2	39.4
Doble Figura 5.8	12	Baja	6	0.5	65.9	46.6
Triple Figura 5.9	18	Baja	7.7	0.5	66.1	48.9

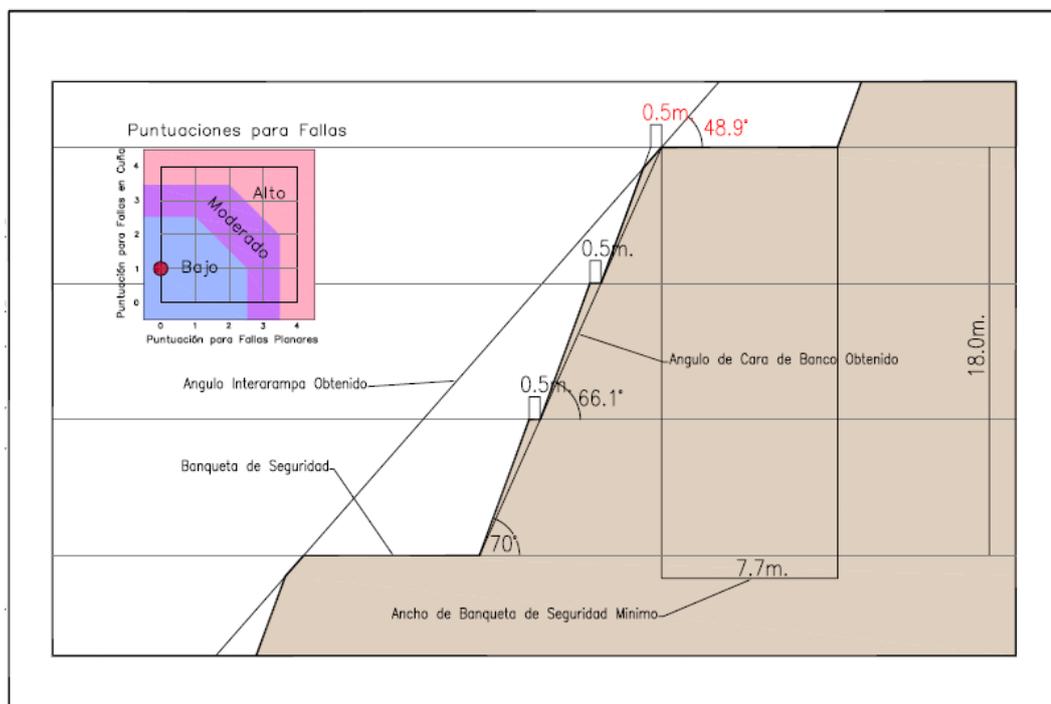
**Fuente:** Informe anual de planeamiento Buenaventura – Vector



**Figura 5.6.** Diseño de bancos simple - Falla de cresta estimada  
**Fuente:** Informe anual de planeamiento Buenaventura - Vector



**Figura 5.7.** Diseño de bancos dobles - Falla de cresta estimada  
**Fuente:** Informe anual de planeamiento Buenaventura - Vector



**Figura 5.8.** Diseño de bancos triples - Falla de cresta estimada  
**Fuente:** Informe anual de planeamiento Buenaventura - Vector

#### 5.1.8. Zonificación Geomecánica

Para la aplicación racional de los diferentes métodos de cálculo de estabilidad de los taludes del tajo, es necesario que la masa rocosa bajo estudio (tajo) esté dividida en áreas de características estructurales y mecánicas similares, debido a que los criterios de diseño y el análisis de los resultados serán válidos solo dentro de masas rocosas que presenten propiedades físicas y mecánicas similares. Por ello, es práctica común en el diseño de taludes de minas a cielo abierto, sectorizar el tajo en zonas geomecánicas o dominios estructurales.

Considerando los aspectos litológicos, estructurales, grado de intemperismo, alteración y calidad del macizo rocoso, se han definido 05 zonas con taludes rocosos

de características similares. Es necesario indicar que las zonas de similares características de calidad de la masa rocosa están asociadas al tipo de alteración de las rocas; y como estas se presentan a manera de capas horizontales y zonificación vertical. En el Plano 108 se observan a detalle la zonificación realizada.

#### **A.- Zona 1**

Se presenta una toba sílice laminar que posee un GSI de 22 y toba argílica de GSI de 20, los cuales son valores geomecánicos bajos. De acuerdo a los análisis en este tipo de roca se recomienda un ángulo de talud local menor a  $55^\circ$  con una altura de 6 m.

#### **B.- Zona 2**

Se presenta suelo coluvial de sílice vuggy con afloramientos aislados de toba sílice vuggy. Se recomienda un ángulo de talud menor a  $65^\circ$  con altura de 6 m.

#### **C.- Zona 3**

Se presenta la toba sílice vuggy de un GSI de 25, brecha hidrotermal de 28 de GSI y en menor proporción suelo coluvial. De acuerdo a los análisis en este tipo de roca y su respectivo suelo coluvial y residual se recomienda un ángulo de talud local menor a  $75^\circ$  con una altura de 6 m, aunque de encontrarse ese suelo coluvial este tendrá que ser perfilado a  $55^\circ$ .

#### **D.- Zona 4**

Se presenta la toba sílice laminar de un GSI de 22 con leve aparición de brecha hidrotermal de un GSI de 28 de forma lateral. De acuerdo a los análisis en este tipo de roca se recomienda un ángulo de talud local menor a  $70^\circ$  con una altura de 6 m.

### E.- Zona 5

Se presenta suelo coluvial de toba sílice vuggy, y de bajo de la misma se presenta el suelo residual y la toba de sílice vuggy de 25 de GSI, y luego dando paso a la toba silicificada de 32 de GSI. De acuerdo a los análisis en este tipo de roca se recomienda un ángulo de talud local menor a 55° con una altura de 6 m de encontrarse el coluvial y el residual de toba sílice vuggy, de encontrarse la silicificada, se podrá optar solo para dicho tramo de 75°.

Finalmente se definieron los siguientes parámetros para las zonas dentro del tajo que se presentan en la Tabla 24.

**Tabla N°24:** Zonificación Geomecánica del Tajo Breapampa

Zona	Altura de Banco (m)	Ancho Mínimo de Banqueta de seguridad (m)	Ángulo de Cara Local (°)
Zona 01	6	6	55
Zona 02	6	6	65
Zona 03	6	6	75
Zona 04	6	6	70
Zona 05	6	6	55

**Fuente:** Informe de planeamiento anual – Anddes

#### 5.1.8.1. Análisis de Talud Global

Para el análisis de talud global (Anexo B) se consideró una falla circular del macizo rocoso conformante del tajo, tanto para el estado actual como para una explotación futura. Con el respectivo análisis de talud global se podrá determinar si las

condiciones de diseño propuestas en la zonificación geomecánica serán las adecuadas.

Los análisis de estabilidad de taludes fueron realizados en 5 secciones en la fase de talud de corte final. Se presenta a continuación una descripción de las consideraciones del diseño geotécnico tomadas en cuenta para la ejecución de los análisis de estabilidad del depósito.

#### **5.1.8.2. Metodología de Análisis de Estabilidad**

Para el análisis de estabilidad de taludes se utilizó el programa de cómputo Slide versión 6.0, realizándose un análisis por equilibrio límite modelando la roca con el modelo constitutivo de macizo rocoso de Hoek y Brown.

#### **5.1.8.3. Factor de Seguridad Mínimo**

En la siguiente tabla se presenta el factor de seguridad mínimo recomendado para el caso del talud global en el tajo. Se tomó un factor de seguridad estático mínimo de 1,2 debido a que en el diseño de tajos abiertos no existe preocupación a la protección de infraestructura específica.

**Tabla N°25:** Factores de Seguridad Mínimos

Caso Analizado	Factor de Seguridad
Largo Plazo Talud Global	1,2

**Fuente:** Informe de planeamiento anual - Anddes

#### **5.1.8.4. Condiciones de Análisis**

Se ha tomado en cuenta las siguientes condiciones para el análisis:

- Dado que no se tienen niveles freáticos pero existen lluvias se consideró un nivel de relación de presión de poros conservador de  $R_u$  de 0,2 para la roca.
- Para definir los cortes se consideró la zonificación geomecánica de la Tabla 24 Por lo cual este análisis permitirá avalar los taludes propuestos en tal punto.
- Las propiedades de los materiales fueron obtenidas a partir de la información proporcionada por CMBSAA, de los ensayos de laboratorio realizados por Anddes, del trabajo de campo realizado en las perforaciones y estaciones geomecánicas y análisis por intermedio del programa RocLab para la obtención de los parámetros del modelo de Hoek y Brown a partir de la información anterior.

#### **5.1.8.5. Resultados Obtenidos**

En el Anexo B de este informe se presentan las salidas del programa Slide, las cuales ilustran los análisis de equilibrio límite realizados los taludes globales de tajo. Dichas salidas contienen información de todas las secciones transversales, propiedades de los materiales y ubicación de la superficie de falla crítica con el menor factor de seguridad.

En la Tabla 26 se presenta un resumen de los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad realizados para el caso estático. Como se puede observar de los resultados obtenidos en las secciones analizadas, los factores de seguridad superan

el factor de seguridad mínimo de diseño. Por lo que se considera que el diseño propuesto de explotación por parte de Breapampa es correcto. Estas condiciones de estabilidad son válidas en el caso de presentarse las condiciones proyectadas en el presente estudio, durante la explotación.

Asimismo, se realizó un análisis de los taludes optimizados, es decir con taludes menos inclinados a los propuestos en el diseño de explotación del tajo lo cual implica menor volumen de corte, para comprobar que las recomendaciones finales de la zonificación geomecánica dada en la Tabla 24 se verifica también el criterio de estabilidad por talud global. En la Tabla 26, se observa que la reducción de los factores de seguridad resultó mínima comparada con la del diseño de explotación, lo que valida el diseño propuesto por Anddes. Cabe resaltar que en la sección 5-5(\*) no se realizó la optimización ya que esta cuenta de por sí con un factor de seguridad próximo al límite propuesto.

**Tabla N°26:** Resultados de Estabilidad Falla Global

Sección	Factor de Seguridad Final de Explotación	Factor de Seguridad Final de Explotación Optimizados
Sección 1-1 - Talud izquierdo	3,7	3,53
Sección 1-1 - Talud derecho	4,10	3,63
Sección 2-2	2,85	2,53
Sección 3-3 - Talud derecho - Bancos inferiores	1,66	1,48
Sección 3-3 - Talud derecho - Bancos superiores	2,24	2,23
Sección 3-3 - Talud izquierdo	2,97	2,84
Sección 4-4 - Talud derecho	2,11	1,91
Sección 4-4 - Talud izquierdo	3,57	3,45
Sección 5-5	1,27	*

**Fuente:** Informe de planeamiento anual - Anddes

## **CAPITULO VI**

### **PARÁMETROS DE LA MINA**

#### **6.1. Diseño del Tajo**

El diseño del tajo final está basado en un cono optimizado a 800US\$/OzAu, dentro del cual se considera como mineral, solo los materiales oxidados. El acceso al tajo se realiza por la parte Nor-Oeste del cerro por la cota 3698 msnm. El banco inferior planteado es el banco 3663 y el banco superior es el 3756. Los niveles superiores son de fácil acceso.

El tajo principal del cerro Parccaorcco tiene dimensiones de 320 m x 360 m, (11.5 Ha. aproximadamente), 2 zonas de salidas por la rampa de mineral y la rampa de desmonte, las cuales tienen 35m y 55m de profundidad hasta su salida a superficie en las Cotas 3704 y 3724 msnm respectivamente. Estas 2 rampas tienen 12 metros de ancho (10m de vía, 1m de berma de vía y 1m de cuneta), y una pendiente de rampa de 10%.

Los accesos mediante rampas fueron diseñados considerando a las salidas del Tajo con las menores distancias hacia el botadero para el desmonte y hacia la chancadora para el mineral, manteniendo los ángulos talud propuestos en el Estudio de Estabilidad de Taludes. Se ha evitado en el diseño la ubicación de alguna de las rampas dentro del material considerado argílico, ubicado entre la zona SSW y SSE así como la zona Este donde los ángulos recomendados de talud interrampa varían entre 20° y 29° para así evitar el incremento de material de desmonte. En las zonas restantes presenta mayor estabilidad debido a la presencia de alteración favorable (Sílice vuggy y masiva) por lo que en estas zonas se diseñó el Tajo considerando el ángulo de talud interrampa recomendado de 47° a 49°.

**Tabla N°27:** Parámetros de diseño del Tajo Final (Parccaorcco)

Descripción	Cantidad
Costo Operación Mina por Tonelada	1.658
Costo de Procesamiento por Tonelada Mineral	2.43
Transporte Incremental de Mineral	0.098
Costo por Tonelada Mineral Gastos & Administración	0.834
Recuperación Metalúrgica – Oro	65%
Recuperación Metalúrgica – Plata	10%
Costo refinación por onza troy Oro terminada	16.15
Precio base por onza troy de Oro Precio base por onza troy de Plata Ley de Corte Económica – Oro	800
	13
Ley de Corte Económica Interna – Oro Angulo general de Talud Interrampa (*) Zonamiento Geotécnico.	0.36
	0.243
	20°-47° (*)

**Fuente:** Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.-Breapampa

En la zona del Coluvial Parccaorcco se cuenta con 02 tajos pequeños de dimensiones 160 m x 80 m al Oeste y 150 m x 50 m al Sur, tajos que tienen 18m y 24m de profundidad.

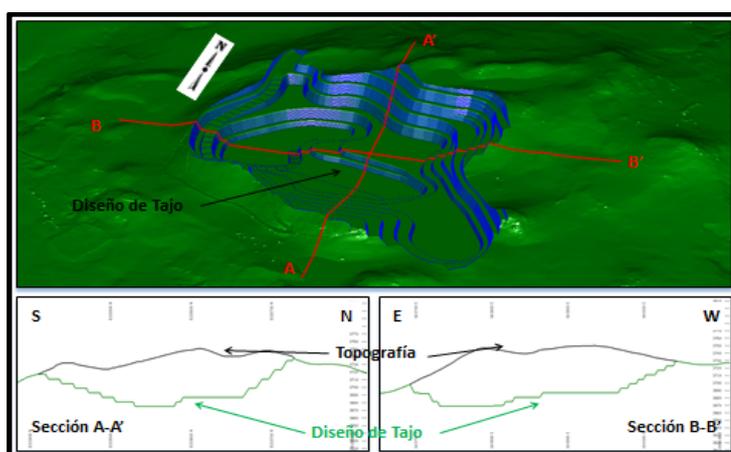
En los diseños de estos tajos se tomó en cuenta las consideraciones geotécnicas establecidas por el Estudio de Estabilidad de Taludes realizado por Vector Perú SAC.

Los parámetros utilizados se muestran a continuación:

**Tabla N°28:** Parámetros Geométricos del Diseño de Tajo (Boulder)

GEOMETRIA DE DISEÑO DE TAJO	
Ancho de Rampas	12 m
Pendiente de Rampas	10%
Altura de Banco	6 m
Angulo de Talud de Banco	60° - 65°
Ancho de Berma	5.8m - 13.2m
Angulo Interrampa	49° - 20°

Fuente: Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.-Breapampa



**Figura 6.1** Diseño Final del tajo Parccaorcco

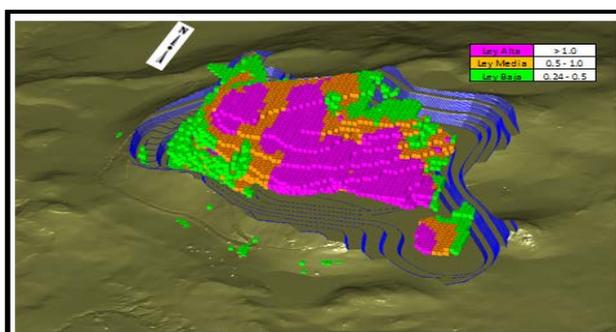
Fuente: Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.- Unidad Breapampa

## 6.2. Plan de Minado

En esta sección se discute los análisis de sensibilidad al Plan de Minado dentro del diseño del Tajo Final, teniendo como objetivo la actualización de los costos de minado para escenarios de producción de 5 000 y 8 000 Ton por día del Proyecto Breapampa, incluyendo criterios de operación. El escenario base para el desarrollo del análisis de los costos de minado y volúmenes de mineral y desmonte ha sido considerando un ritmo de producción de 10 ktpd de mineral y un precio base de 800US\$/Oz de Oro.

Los ritmos de producción de mineral varían de 5,800 a 8,000 toneladas por día para el 2013; y de 8,000 toneladas por día para el 2014. Estos ritmos de producción han sido calculados en base al rendimiento actual de la flota de minado y de los equipos de chancado.

La producción de finos alcanza un total de 67,479 onzas de oro y 213,485 onzas de plata para el 2013 y 59,590 onzas de oro y 183,034 onzas de plata para el 2014. Esta producción considera los tiempos de regado en el Pad de lixiviación y las recuperaciones metalúrgicas de 65% y 10% para el oro y la plata, respectivamente.



**Figura 6.2** Modelo de bloques

**Fuente:** Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.- Unidad Breapampa

### 6.3. Costos de Minado

Los costos Unitarios actuales de la operación en tajo Parccaorcco son los siguientes promedios:

**Tabla N°29: Costos Unitarios de Operación Mina**

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>(\$/Tn Mat.)</b>
Costo de Perforación	0,44
Costo de Voladura	0,39
Costo de Carguío	0,16
Costo de Transporte	1,39
Costo de Servicios	0,02
Costo de Administración Mina	1,57
Otros	0,01
<b>TOTAL COSTO DIRECTO MINA</b>	<b>3,39</b>

Fuente: Informe mensual Mina

### Resumen de Producción Tajo Parccaorcco.

Tonelaje Desmonte	2,429,293.00
Tonelaje Mineral	5,121,129.00
Tonelaje Total	7,550,422.00
S.R.	0.47

Tabla N°30: Programa de producción del Tajo Parcaorcco

Periodo	MINERAL							DESMONTE	Total
	Tonelaje ton	Ley Au g Au/ton	Finos Au (Oz Au)*	Finos Rec. Au (Oz Au)**	Ley Ag g Ag/ton	Finos Ag Oz Ag	Finos Rec. Ag (Oz Ag)**	Tonelaje ton	Tonelaje ton
mes 1	147.566	0,82	3.893	2.530	19,84	94.123	9.412	97.334	244.900
mes 2	134.971	1,12	4.866	3.163	21,16	91.839	9.184	102.029	237.000
mes 3	145.263	1,28	5.966	3.878	29,84	139.362	13.936	99.637	244.900
mes 4	183.198	1,05	6.184	4.020	24,71	145.544	14.554	61.702	244.900
mes 5	179.038	1,33	7.653	4.974	28,79	165.741	16.574	57.962	237.000
mes 6	143.477	1,35	6.235	4.053	28,86	133.150	13.315	101.423	244.900
mes 7	180.482	1,33	7.712	5.013	32,85	190.598	19.060	56.518	237.000
mes 8	167.122	1,33	7.153	4.649	26,13	140.409	14.041	77.778	244.900
mes 9	116.206	1,51	5.640	3.666	24,41	91.216	9.122	128.694	244.900
mes 10	186.896	1,43	8.595	5.587	29,01	174.311	17.431	34.304	221.200
mes 11	202.297	1,21	7.898	5.134	21,36	138.895	13.890	42.603	244.900
mes 12	155.350	1,33	6.621	4.304	19,62	98.007	9.801	81.650	237.000
mes 13	230.720	1,32	9.801	6.371	22,56	167.357	16.736	138.180	368.900
mes 14	229.139	1,13	8.347	5.426	18,05	133.007	13.301	127.861	357.000
mes 15	247.923	1,29	10.248	6.661	20,11	160.273	16.027	120.977	368.900
mes 16	272.428	1,22	10.664	6.932	18,86	165.201	16.520	96.472	368.900
mes 17	242.451	1,26	9.811	6.377	21,91	170.804	17.080	114.549	357.000
mes 18	251.916	1,21	9.798	6.369	19,39	157.059	15.706	116.984	368.900
mes 19	350.251	1,33	14.966	9.728	21,06	237.138	23.714	123.749	474.000
mes 20	308.462	1,27	12.555	8.161	18,87	187.183	18.718	181.338	489.800
mes 21	299.036	1,17	11.268	7.324	16,82	161.695	16.170	190.764	489.800
mes 22	245.284	1,52	11.951	7.768	21,23	167.449	16.745	101.867	347.151
mes 23	233.340	1,23	9.237	6.004	15,13	113.516	11.352	132.535	365.875
mes 24	268.313	0,44	3.809	2.476	13,84	119.348	11.935	42.383	310.696
<b>Total</b>	<b>5.121.129</b>	<b>1,22</b>	<b>200.871</b>	<b>130.566</b>	<b>21,52</b>	<b>3.543.225</b>	<b>354.322</b>	<b>2.429.293</b>	<b>7.550.422</b>

Fuente: Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.-Breapampa

(\*) Onzas de oro y plata depositadas en el Pad de Lixiviación.

(\*\*) Onzas estimadas a recuperar a 65% y 10% de recuperación metalúrgica para el oro y la plata, respectivamente. Se ha considerado el tiempo de regado.

## **CAPITULO VII**

### **PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS**

#### **7.1. Introducción**

La Unidad Minera Breapampa es consciente que esta provincia (Parinacochas-Ayacucho) es nuevo en la explotación minera de esta magnitud y la relación que debe llevar con las comunidades debe ser de la mejor manera y esto se consigue respetando las personas y sus costumbres, al medio ambiente, a las autoridades de la localidad; esto es parte de la política de Buenaventura para con las comunidades aledañas a la Unidad Minera.

Las instalaciones de la Mina no se encuentran en zona urbana ni de expansión urbana y para las localidades que se ven influenciadas directamente por el proyecto se viene desarrollando el plan de relaciones comunitarias.

El Plan de Relaciones Comunitarias es un documento elaborado para las etapas de construcción y operación de la mina Breapampa. Este plan se realizó en el marco de la Política de Relaciones Comunitarias de la Compañía de Minas Buenaventura (CMB), de acuerdo a las percepciones de la población local y trabajo de campo

realizado a la fecha por la Empresa. De esta manera se busca que las operaciones cumplan con los estándares de máxima calidad.

El Plan de Relaciones Comunitarias (PRC) la Unidad Breapampa es un instrumento que permite maximizar las oportunidades y minimizar los impactos negativos mediante una adecuada comunicación e información con todos los grupos de interés de la Mina. El Plan de Relaciones Comunitarias de la Mina Breapampa tiene alcance sobre los aspectos sociales de las etapas de construcción y operación de la mina, para garantizar el cumplimiento de los compromisos sociales asumidos para el Proyecto y presentados en el Plan. Asimismo, promueve las comunicaciones efectivas a nivel interno y con los grupos externos interesados, para asegurar una respuesta apropiada a los temas de preocupación y prevenir conflictos sociales.

El Plan de Relaciones Comunitarias beneficia a las localidades identificadas como áreas de influencia directa de la Mina, estas son: Breapampa, Carhuanilla, Chumpi y Tucsa. El Plan de Relaciones Comunitarias también beneficia al área de influencia indirecta, el cual, basado en los aportes de canon minero que generaría el Proyecto y la dinámica que se originará por la operación minera; incluye al distrito de Chumpi en su conjunto y a la provincia de Parinacochas.

## **7.2. Política de relaciones comunitarias**

El desarrollo del proyecto en un clima social de confianza basada en la transparencia, alineando nuestros objetivos corporativos con los sociales y compartiendo los beneficios que se originan de la minería, en el marco de nuestra política de responsabilidad social, tomando los siguientes conceptos:

- Realizar actividades productivas en el marco de una política que busca la excelencia ambiental.
- Respeto a las instituciones, autoridades, cultura y costumbres locales manteniendo una relación de armonía con la población del área de influencia de la actividad minera.
- Diálogo continuo con autoridades regionales y locales además de los organismos representativos (nuestros grupos de interés) de la población del área de influencia de operación minera para mantenerlos informados de las actividades.
- Implementar una política de adquisición de bienes y servicios locales para actividades mineras y atención del personal guardando los estándares de calidad, precio y oportunidad

- Dar preferencia a la mano de obra local, fomentando oportunidades para la capacitación.
  
- Conjuntamente con la población del área de influencia del proyecto, lograr una institucionalidad para el desarrollo local sostenible, mediante la creación de oportunidades de desarrollo sostenibles.

### **7.3. Plan de Relaciones Comunitarias**

La Compañía de Minas Buenaventura reconoce que como parte del desarrollo de sus exploraciones y explotación debe incorporar un plan de relaciones comunitarias que, de manera responsable, se comprometa a:

- Cumplir y honrar la palabra y los compromisos asumidos con las comunidades e instituciones.
- Promover el desarrollo local, articulando esfuerzos de los actores locales y de acuerdo a las potencialidades y priorizaciones identificadas por la población de influencia del proyecto, plasmados en un plan de desarrollo de la cuenca.
- Promover el cuidado y preservación de las fuentes de agua, y del medio ambiente en general.
- Promover el desarrollo de capacidades para la gestión y valoración de su entorno ambiental, cultura y sociedad
- Promover el diálogo y la concertación.
- Lograr incorporarse en la dinámica de la población local.
- Cultivar valores para un mejor desarrollo humano y sostenible.

El instrumento operativo para la implementación de nuestra política de relaciones comunitarias es nuestro plan de relaciones comunitarias.

**Tabla N°31:** Cronograma del Plan de relaciones Comunitarias

Descripción	Etapas	Tipo/actividad	Actividades por realizar
Relaciones Comunitarias de la Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. Unidad Breapampa	Durante todo el periodo de la Mina	Programa de Comunicación e Información	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Organización de cursos de capacitación en relaciones comunitarias, incluye inducciones y capacitaciones periódicas al personal del proyecto.</li> <li>▪ Organización de Talleres Informativos. Exponer periódicamente los alcances de las actividades del proyecto ante la comunidad, autoridades e instituciones, organizaciones sociales y políticas involucradas, en un marco de diálogo continuo y transparencia; estos talleres se desarrollarán en los anexos de Tuca, Carhuaniña, Bellavista y en el distrito de Chumpi.</li> <li>▪ Organización de pasantías a las unidades de operación de la compañía, así como visitas guiadas a los proyectos, con la finalidad de dar a conocer y capacitar a los grupos de interés (Stakeholders) sobre las nuevas formas de explotación minera sostenible. Estas se organizarán en un número de 01 por cada año pudiendo ser en principio a una mina cercana a la operación de Breapampa. La selección del personal se realizará mediante consulta de la población a la que representan.</li> </ul>
Relaciones Comunitarias de la Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. Unidad Breapampa	Durante todo el periodo de la Mina	Programa de Empleo Local	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llevar un registro de los trabajadores locales y de las personas dependientes.</li> <li>• Capacitación en oficios de construcción y operación minera.</li> <li>• Elaborar un cronograma de ingreso de personal bajo un sistema rotativo que será informado a la población</li> </ul>
Relaciones Comunitarias de la Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. Unidad Breapampa	Durante todo el periodo de la Mina	Programa de Compras Locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecer las capacidades de los proveedores locales para la buena gestión en la compra y sus productos.</li> <li>• Propiciar la conformación de microempresas para una implementación adecuada de las políticas de compras locales.</li> </ul>

Descripción	Etapa	Tipo/actividad	Actividades por realizar
Relaciones Comunitarias de la Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. Unidad Breapampa	Durante todo el periodo de la Mina	Programa de Desarrollo Local	<p><b>Implementación de proyectos productivos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Establecimiento de alianzas con organizaciones representativas como el PRONAMACHS, Agencia Agraria y Municipalidad de Chumpi y organizaciones de base (Bellavista, Tucsa, Comunidad de Chumpi, y Carhuanilla).</li> </ul> <p><b>Capacitación en técnicas agropecuarias</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Establecimiento de alianzas con organizaciones representativas públicas (Ministerio de Agricultura y Municipalidades), se promoverá entre los agricultores y ganaderos la implementación de técnicas en manejo y mejoramiento agrícola y ganadero. En el primer año se prevé la implementación de un sistema demostrativo de cultivo de papas nativas (poblados de Tucsa, Carhuanilla, Bellavista y Breapampa) y trabajos de investigación para el mejoramiento de pastos naturales.</li> </ul> <p><b>Salud</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Apoyar con capacitación a los promotores de la comunidad Carhuanilla y Chumpi en coordinación con el MINSA</li> <li>▪ Programar conjuntamente con el MINSA 4 campañas anuales de salud en las localidades de Tucsa, Carhuanilla, Bellavista y el distrito de Chumpi.</li> </ul> <p><b>Educación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyar a la dotación de infraestructura básica y material educativo a los centros educativos de Tucsa, Carhuanilla, Bellavista, Breapampa y Chumpi, mediante la provisión de pequeños fondos para el mantenimiento de la infraestructura educativa.</li> <li>• Capacitación docente y estudiantil para en manejo de residuos sólidos</li> <li>• promoción de concursos escolares (concursos de dibujo).</li> <li>• Donación de útiles escolares para la campaña escolar de inicios de año.</li> </ul> <p><b>Dinámica Social</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación del equipo del proyecto/operación en las actividades costumbristas del lugar.</li> </ul>

**Fuente:** Informe anual de Relaciones Comunitarias- Unidad Breapampa

## CONCLUSIONES

- Uno de los compromisos más importantes que se considera en la Unidad Breapampa y al mismo tiempo el más importante para la Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. es la buena relación con las comunidades aledañas a la zona de influencia y con mayor intensidad cuando se trata de la presencia de una Mina a tajo abierto y por primera vez en Parinacochas-Ayacucho.
- Breapampa es la primera Unidad Minera a tajo abierto, administrado directamente por Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. por tal razón experiencias nuevas.
- Se ha calculado la flota de equipos para el minado de Boulders a una distancia de 600 m, para esto se monitoreó el ciclo de equipos que han minado del Stock, cuando todavía se encontraba mineral en esta zona, concluyendo para el minado 2 volquetes y una excavadora. Adicionalmente se contará con un tractor D8 para los cortes y un Picotón para romper los bancos.
- La distancia ha sido un factor importante para el cálculo de costos, sobre todo en el tema contractual.

- El costo unitario de minado de la zona de Boulders en el Tajo Parccaorcco, es más rentable al realizarlo con los equipos alquilados que asciende a 2,05 \$/TM en comparación a minarlo con los equipos de la E.E. Mota Engil-Peru, ya que con este se tiene un contrato contractual por volumen y este asciende a 2,52 \$/TM, siendo optimista.
- La reducción de costos en la Voladura y el minado del Tajo Parccaorcco se debió a la mejora de voladura, se utilizan cámaras de aire, se realiza el carguío de taladros con dedicación, el amarre de los accesorios en un factor importante para la secuencia de salida de los taladros y de esta manera se envía directo a Pad reduciendo los costos a la vez de chancado y minado. Otro punto de reducción de costos es el carguío y amarre de taladros, que está a cargo de la Compañía, que solo se paga por el servicio del camión fábrica. También hay un ahorro por la perforación, se está realizando perforación en varias mallas del tajo a 6,00m sin considerar el Sub Drilling ya que el terreno y la altura de los bancos ayudan sin problema para que posteriormente se lleve un buen piso de minado.
- Al poco tiempo de iniciado la operación se cambió de proveedor de los accesorios de voladura por encontrar en mal estado un lote, generando esto cortes quemados, ahora se cuenta con MAXAM resultando de mejor calidad y practicidad el uso de los accesorios.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el minado de los Boulders conjuntamente al minado del tajo por ser un mineral con finos y por la buena situación del tajo con respecto a la ley (polígonos de leyes mayores a 2gr/TM) el blending debe llevarse con un control geológico promedio para no perjudicar las leyes futuras.
- El minado de los Boulders se deberá realizar utilizando equipo de corte como un tractor D8, ya que todo el mineral es coluvial y se ha contemplado no utilizar perforación y voladura.
- El mineral de Boluders deberá ser minado en la temporada seca ya que las lluvias perjudicarían para su manipuleo y acceso a los mismos por tratarse de un material con finos y de tipo Coluvial y arcilloso.

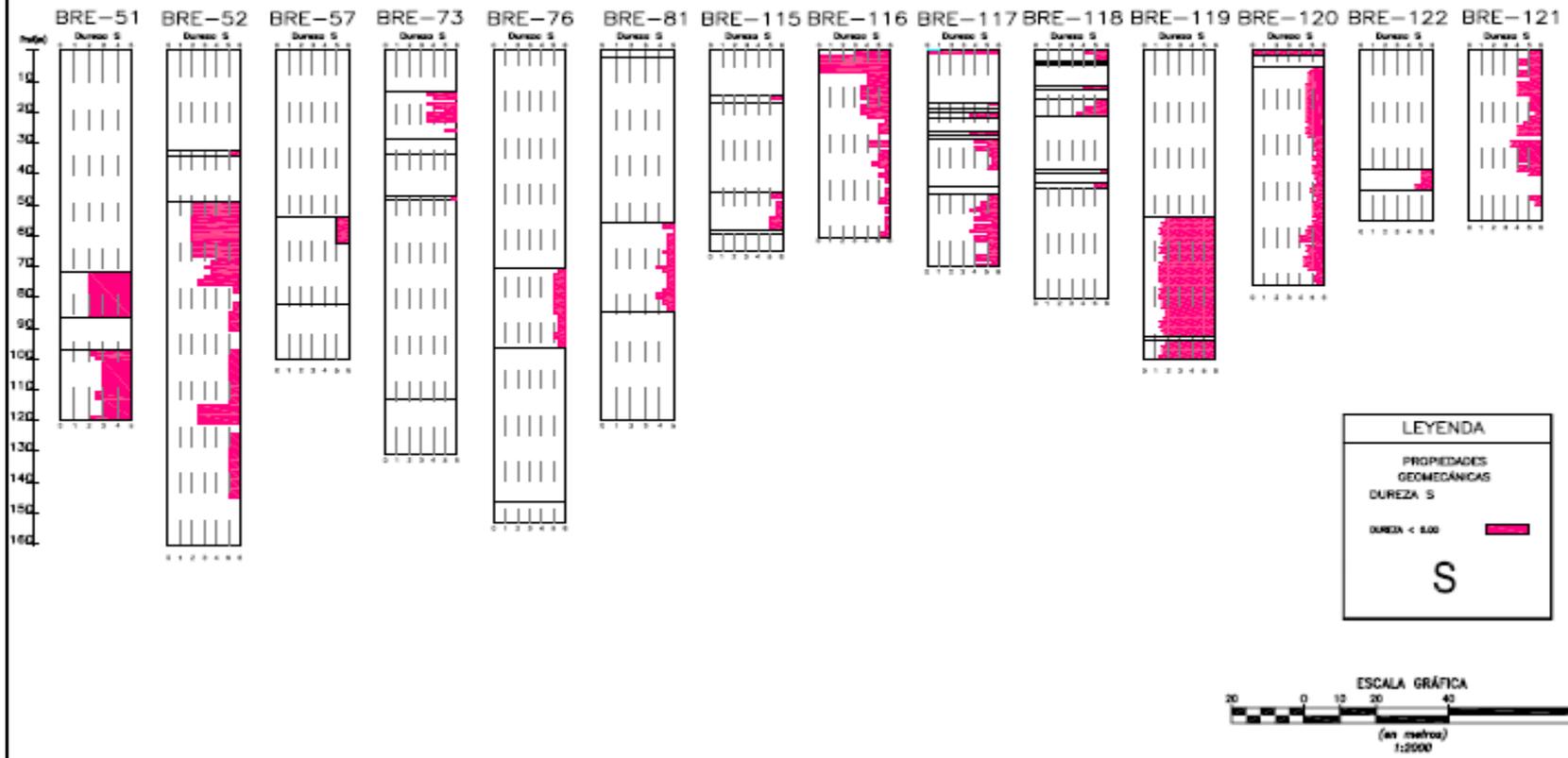
- Se recomienda realizar el minado con los equipos alquilados de otra empresa por tener un costo menor y no considerando costos adicionales como utilidades, gastos generales, entre otros.
- Se recomienda ajustar el plan de minado, conciliando los valores actuales de los muestreos y datos geológicos de perforación, para poder estimar el tiempo de minado y vida de mina, considerando las proyecciones hacia nuevas exploraciones.
- Se recomienda reconsiderar el diseño de los trabajos realizados en los límites de tajo original, ya que cuando se va minando se encuentra con terreno incompetente, esto se corrige con una evaluación In situ comparación al estudio de análisis de estabilidad de taludes e inclinar más el talud.

## BIBLIOGRAFIA

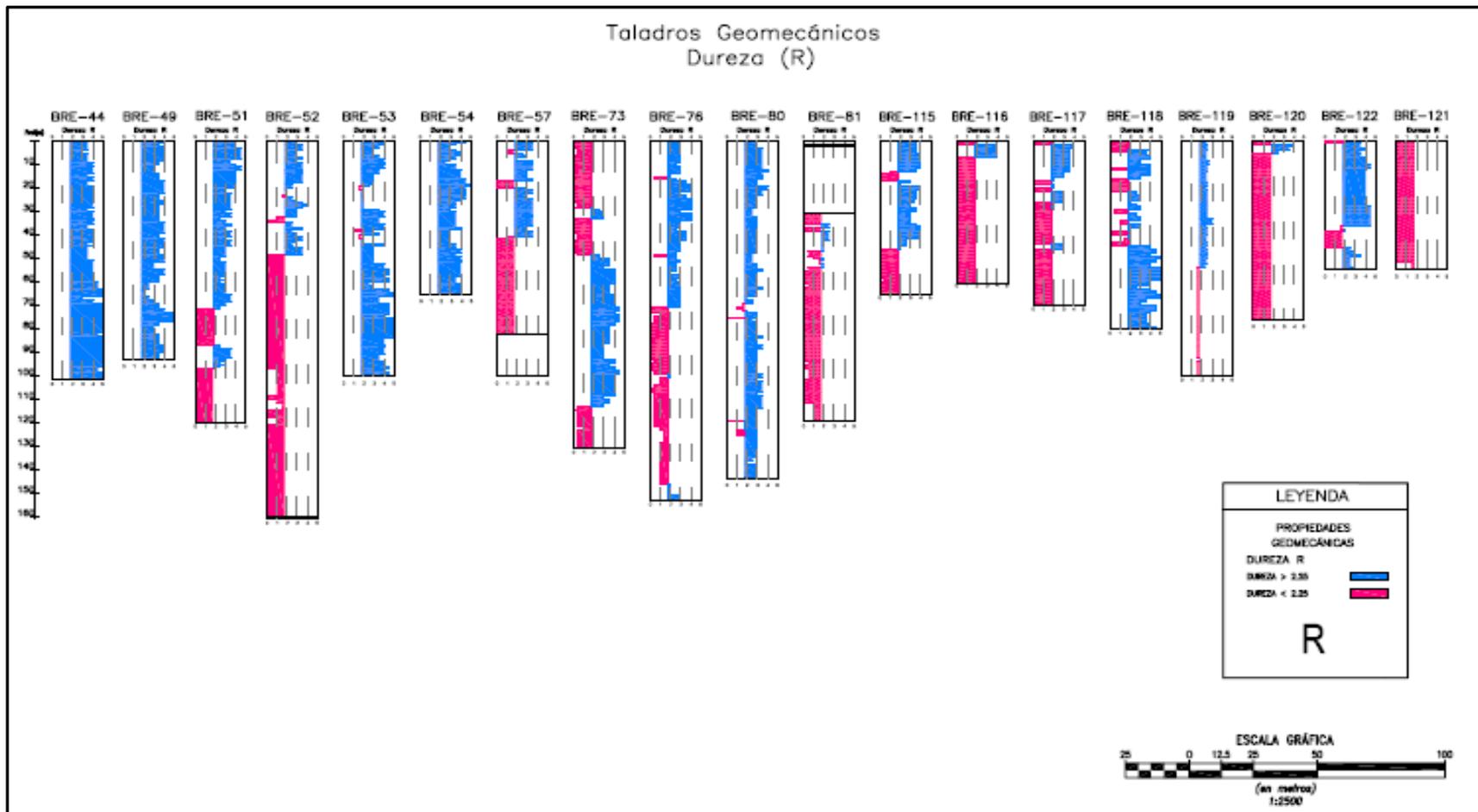
- Informe de Plan de Minado de proyecto Breapampa **MIC**, Febrero 2011.
- Estudio de impacto Ambiental de Proyecto Breapampa, Schlumberger Water Services (Perú) S.A., Enero 2011
- Plan de cierre, Schlumberger Water Services (Perú) S.A. para Breapampa.
- Informes mensuales del Área de Geología, Breapampa.
- Informe mensual del Área de planeamiento de minado y mejora para el año 2013.
- Resumen de informes de operaciones Mina Breapampa, Agosto 2013.
- Reporte de Valorizaciones mensuales en operaciones Breapampa, Agosto 2013
- Estudio Geotécnico y de Estabilidad de Taludes realizado por Vector Perú SAC. – 2008.
- Estudio Geotécnico y de Estabilidad de Taludes realizado por Anddes – 2013.

## **ANEXO A: Análisis Geomecánico**

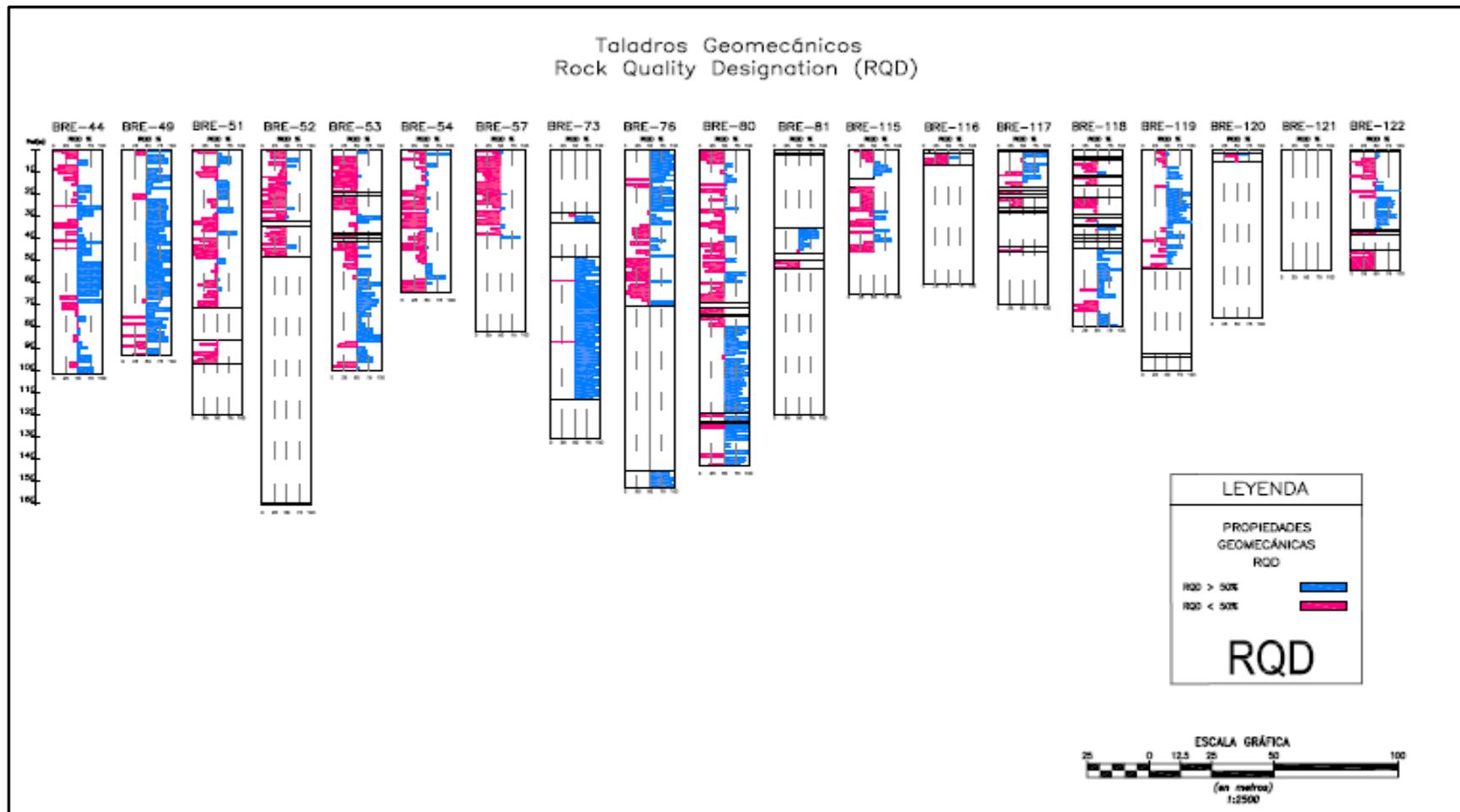
## Taladros Geomecánicos Dureza (S)



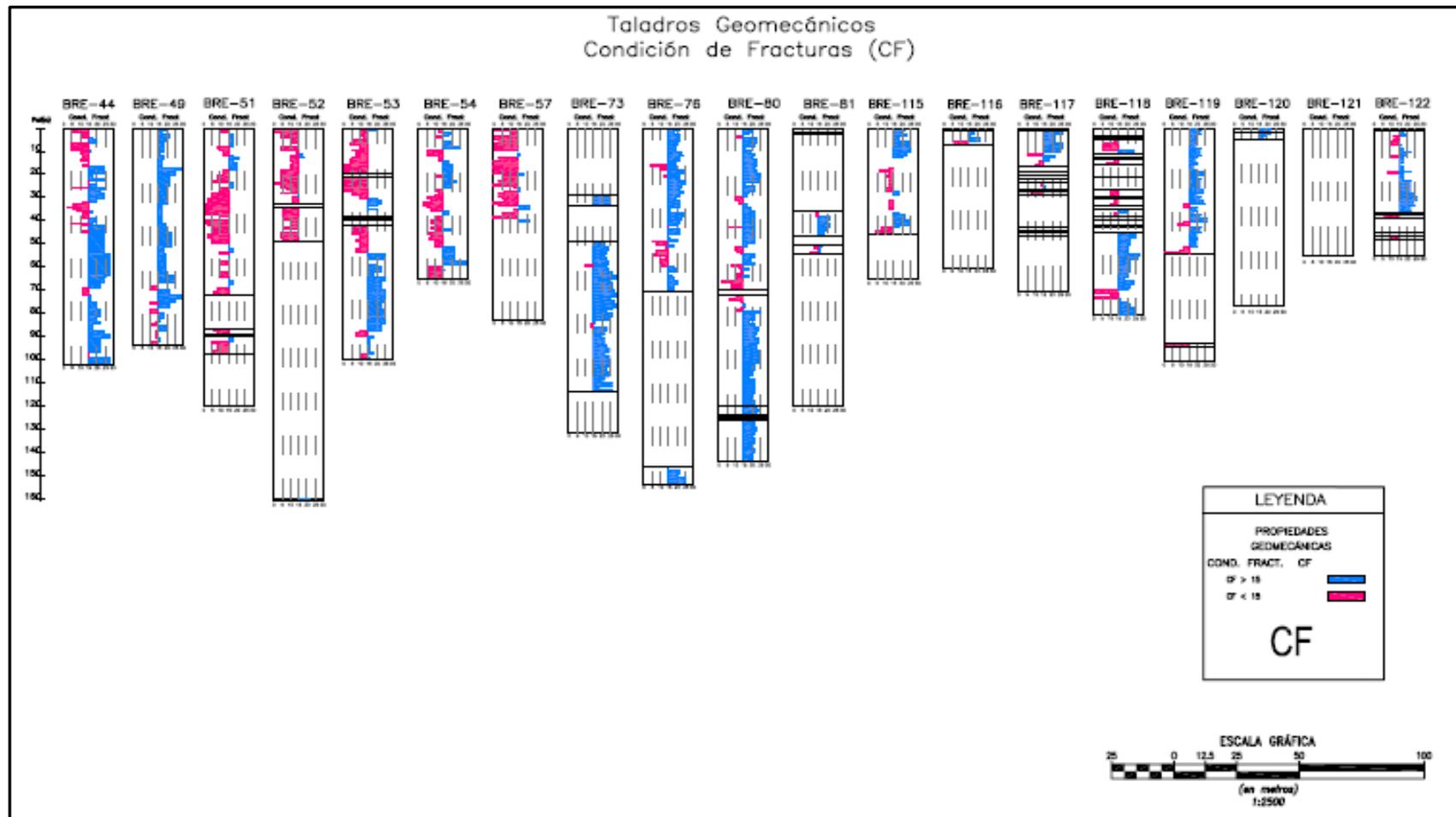
**Nº 1** Propiedades Geomecánicas Dureza S- Taladros Geomecánicos



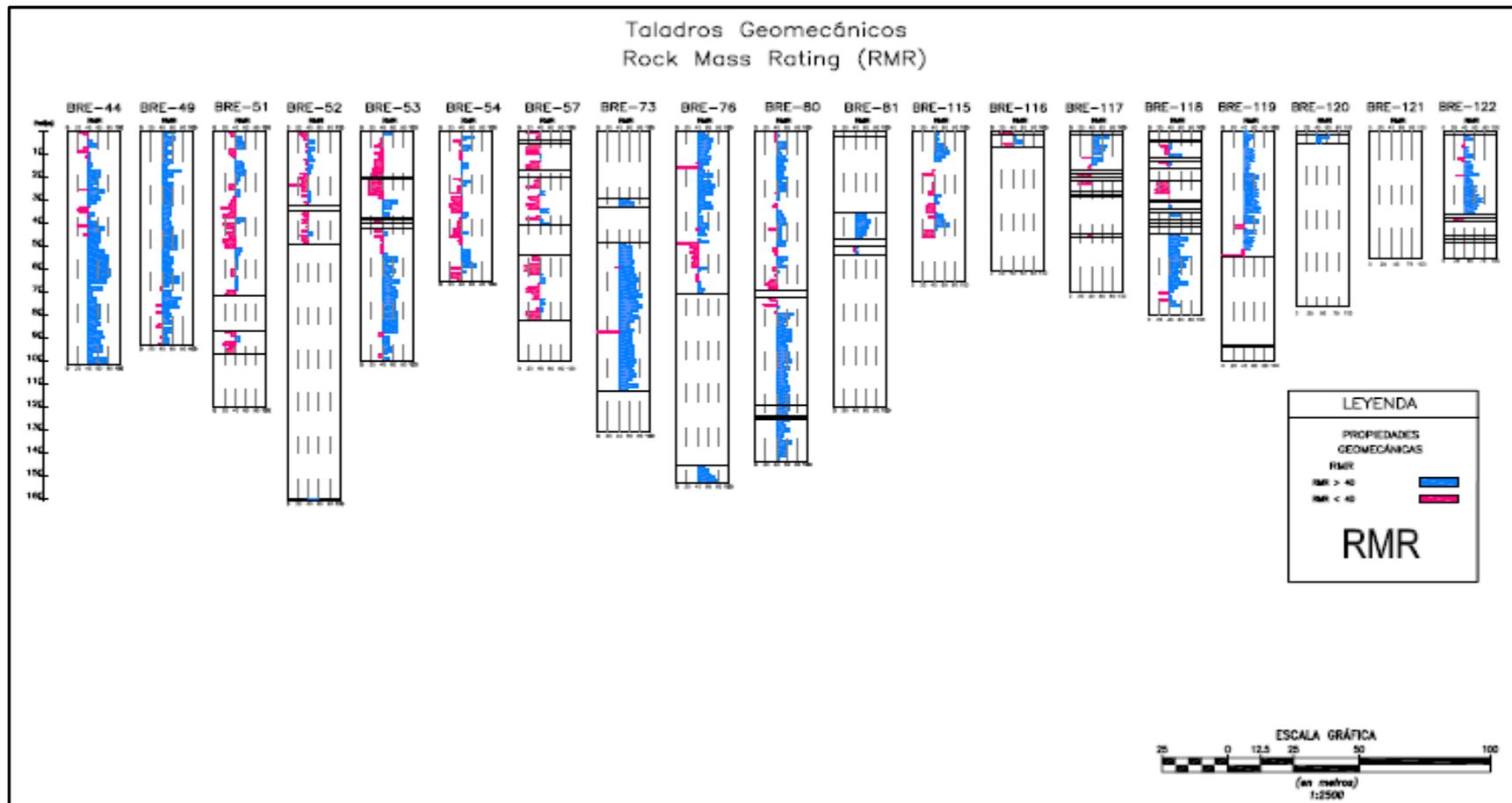
**Nº 2** Propiedades Geomecánicas Dureza R- Taladros Geomecánicos



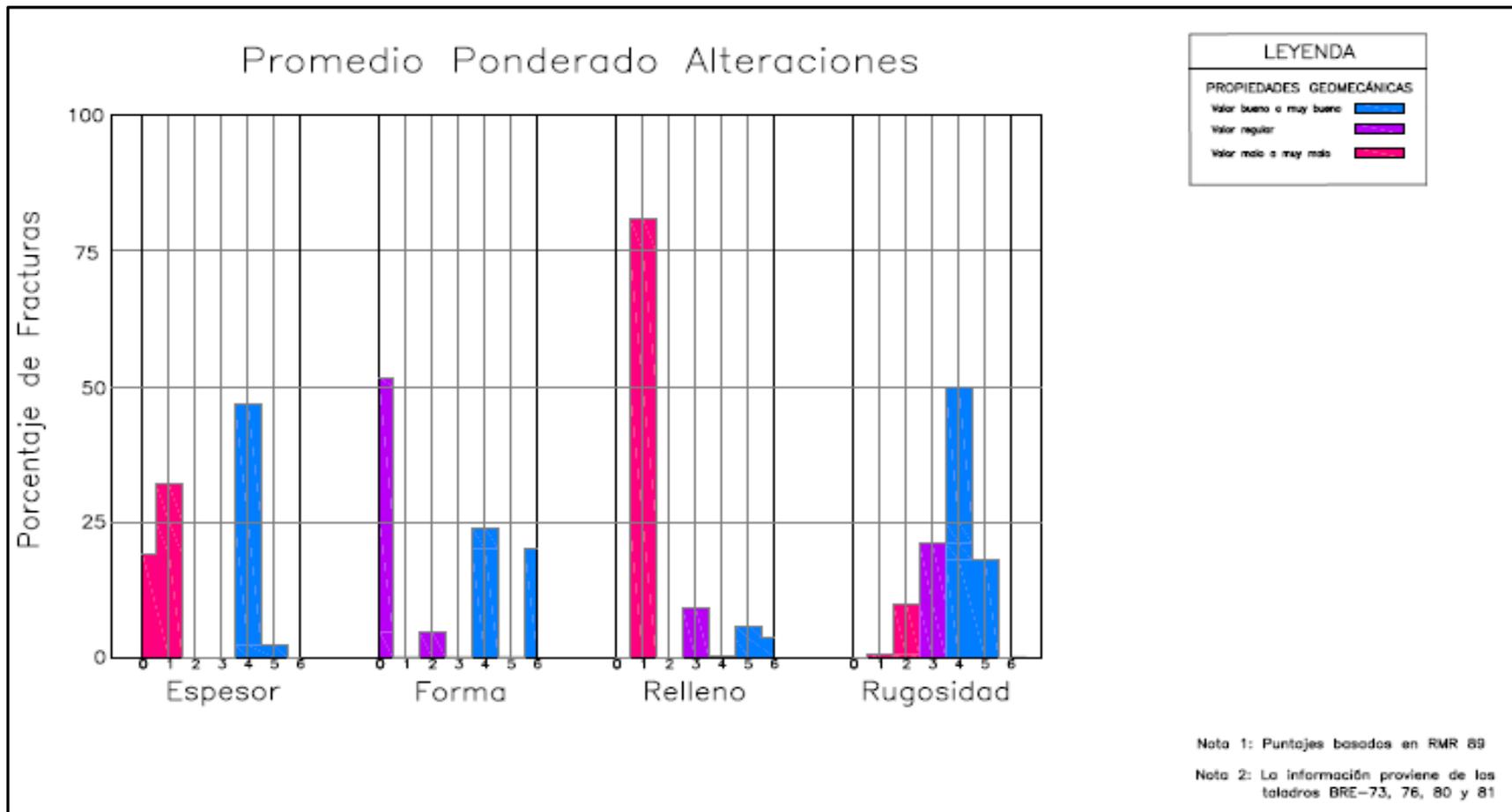
Nº 3 Propiedades Geomecánicas RQD- Taladros Geomecánicos



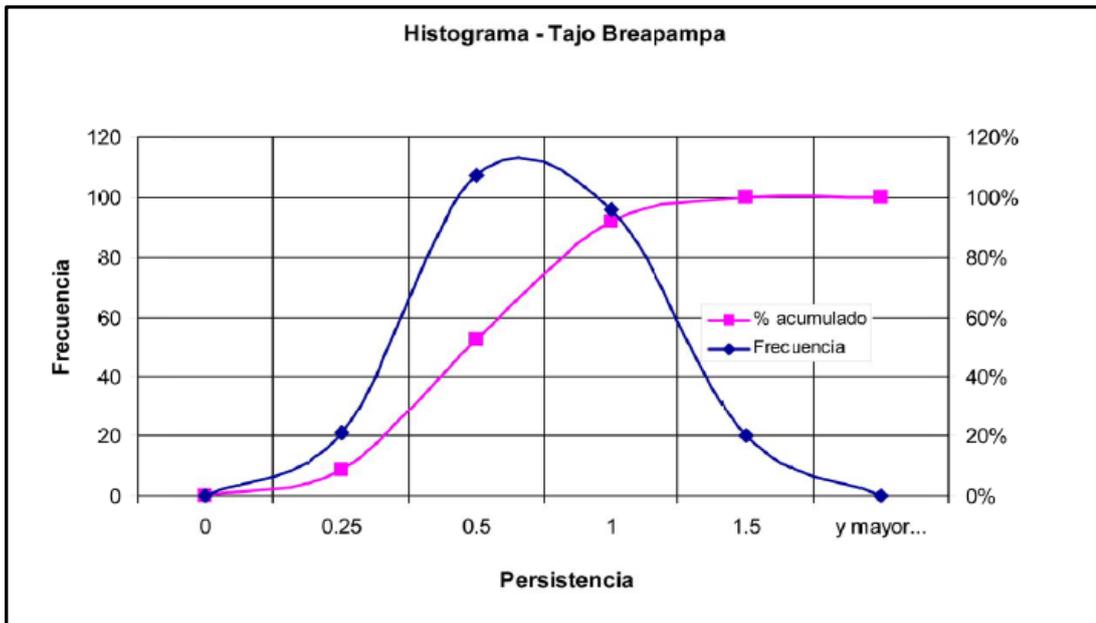
Nº 4 Propiedades Geomecánicas Condición de Fracturas- Taladros Geomecánicos



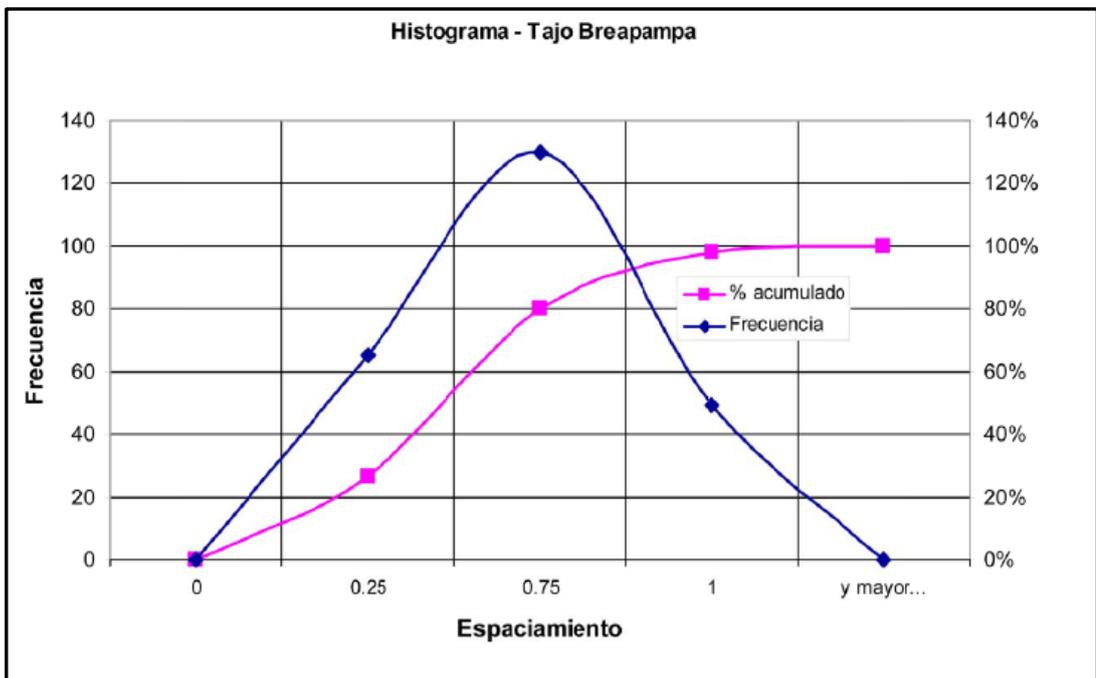
**Nº 5** Propiedades Geomecánicas RMR- Taladros Geomecánicos



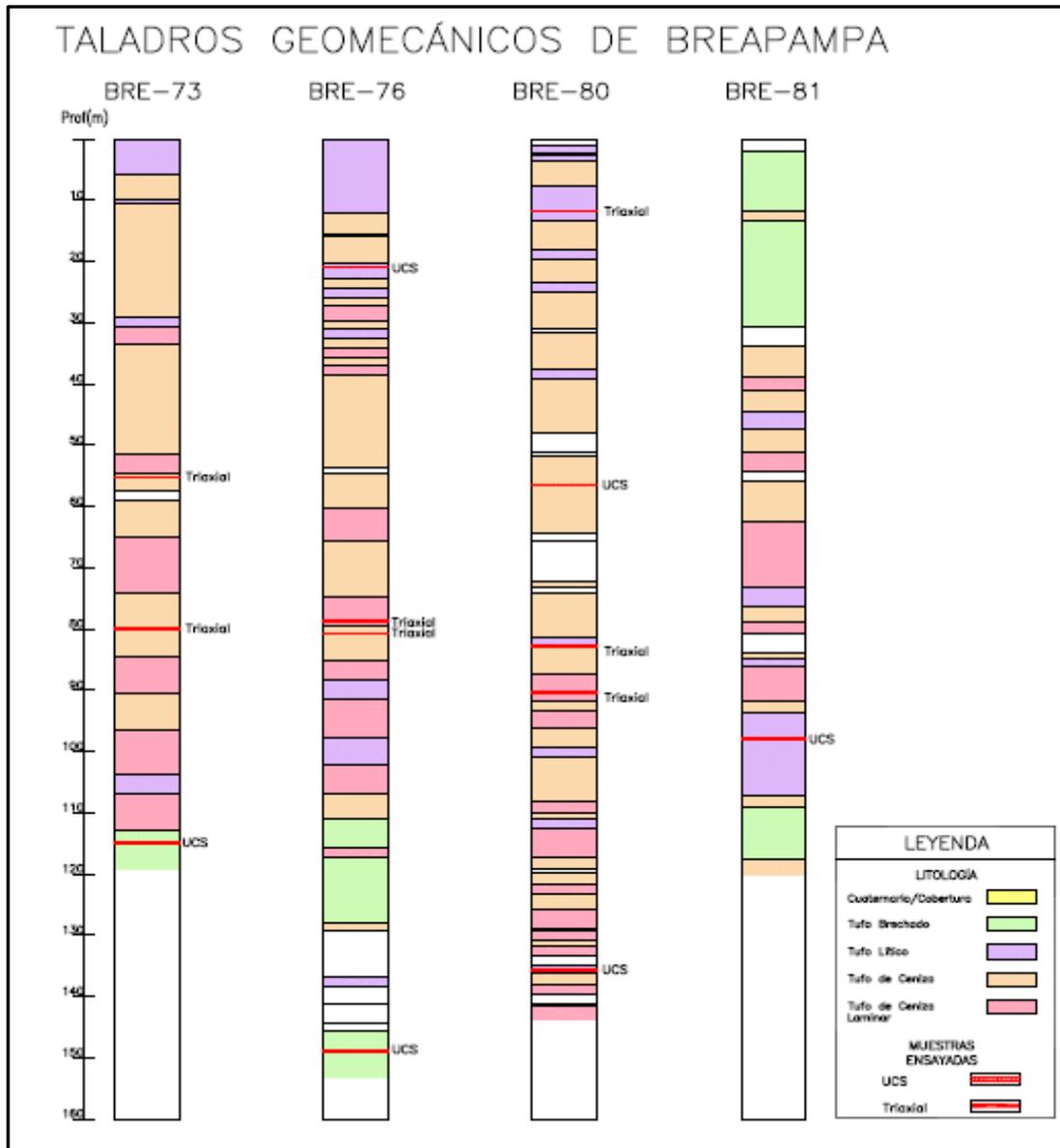
**Nº 6** Análisis Estadístico-Estadística de Juntas



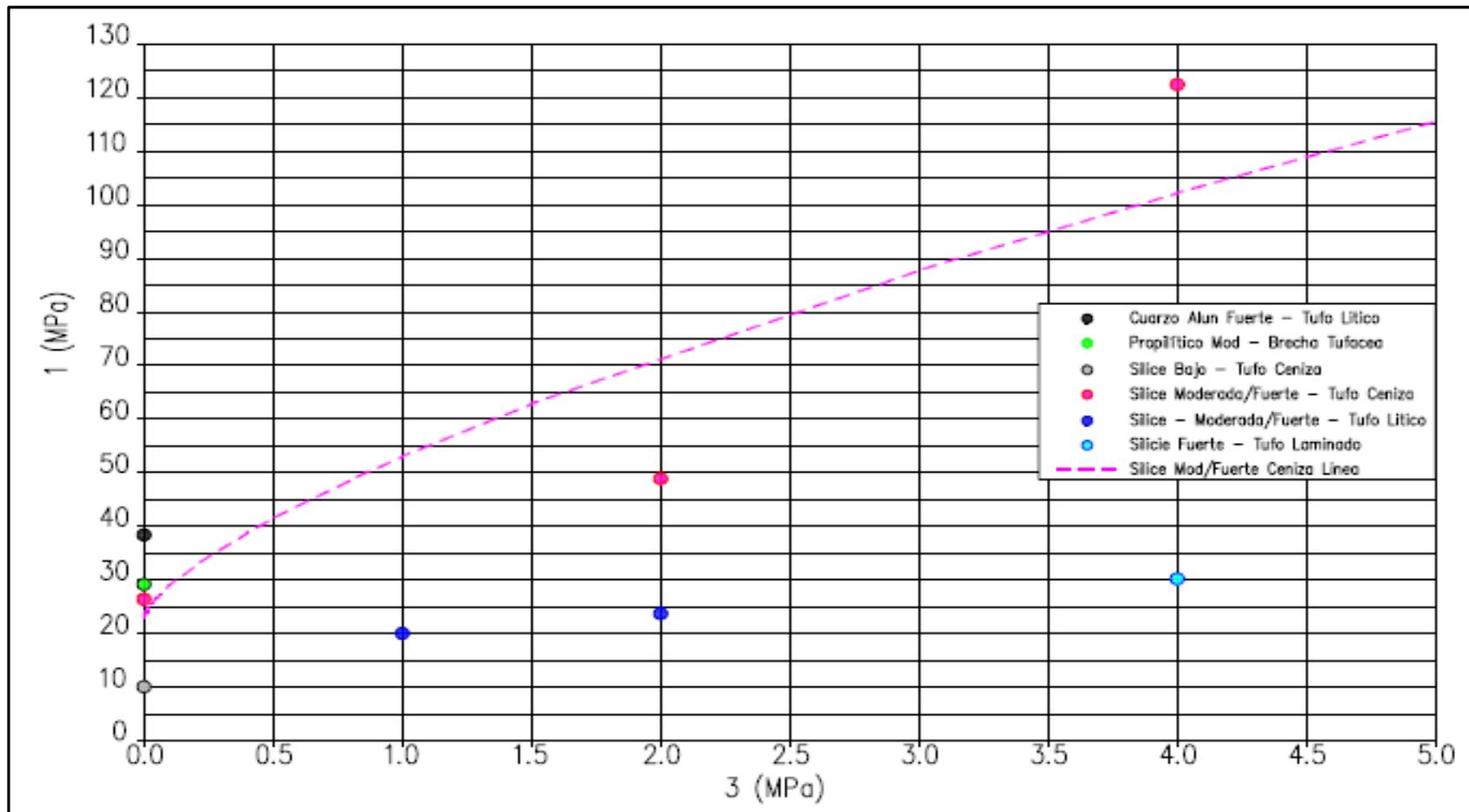
Nº 7 Analisis Estadistico – Curva de Persistencia de Juntas Mapeadas



Nº 8 Analisis Estadistico – Curva de Espaciamiento de Juntas Mapeadas



**Nº 9** Muestras Ensayadas – Taladros Geomecánicos



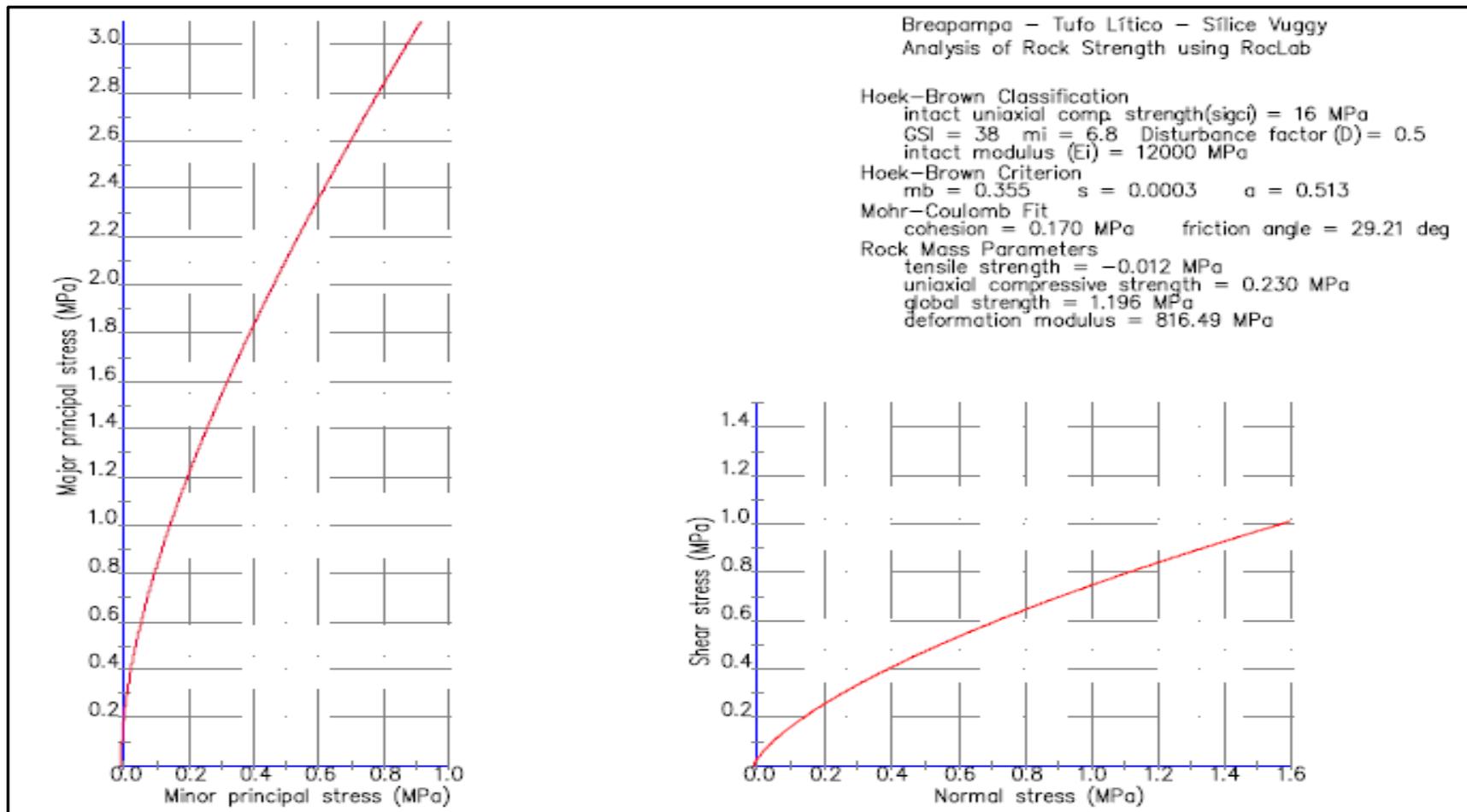
Nº 10 Resultados de Ensayos de Compresion en Roca

GSI - 2005	CONDICIÓN PROMEDIO DE SUPERFICIE DE FRACTURAS				
	MUY BUENA Muy rugosa, fresca, no meteorizada.	BUENA Rugosa, óxido de hierro, poco meteorizada.	REGULAR Lisa, moderadamente meteorizada.	POBRE Lisa, rellenos compactos, altamente meteorizada.	MUY POBRE Rellenos muy suaves, muy meteorizada.
MASIVA O INTACTA	80		60		
FRACTURADA EN BLOQUES	70		50		
MUY FRACTURADA EN BLOQUES	60		40		
FRACTURADA EN BLOQUES DISTURBADA / FISURADA	50		30		
DESINTEGRADA	40		20		
LAMINADA / CIZALLADA	30		10		

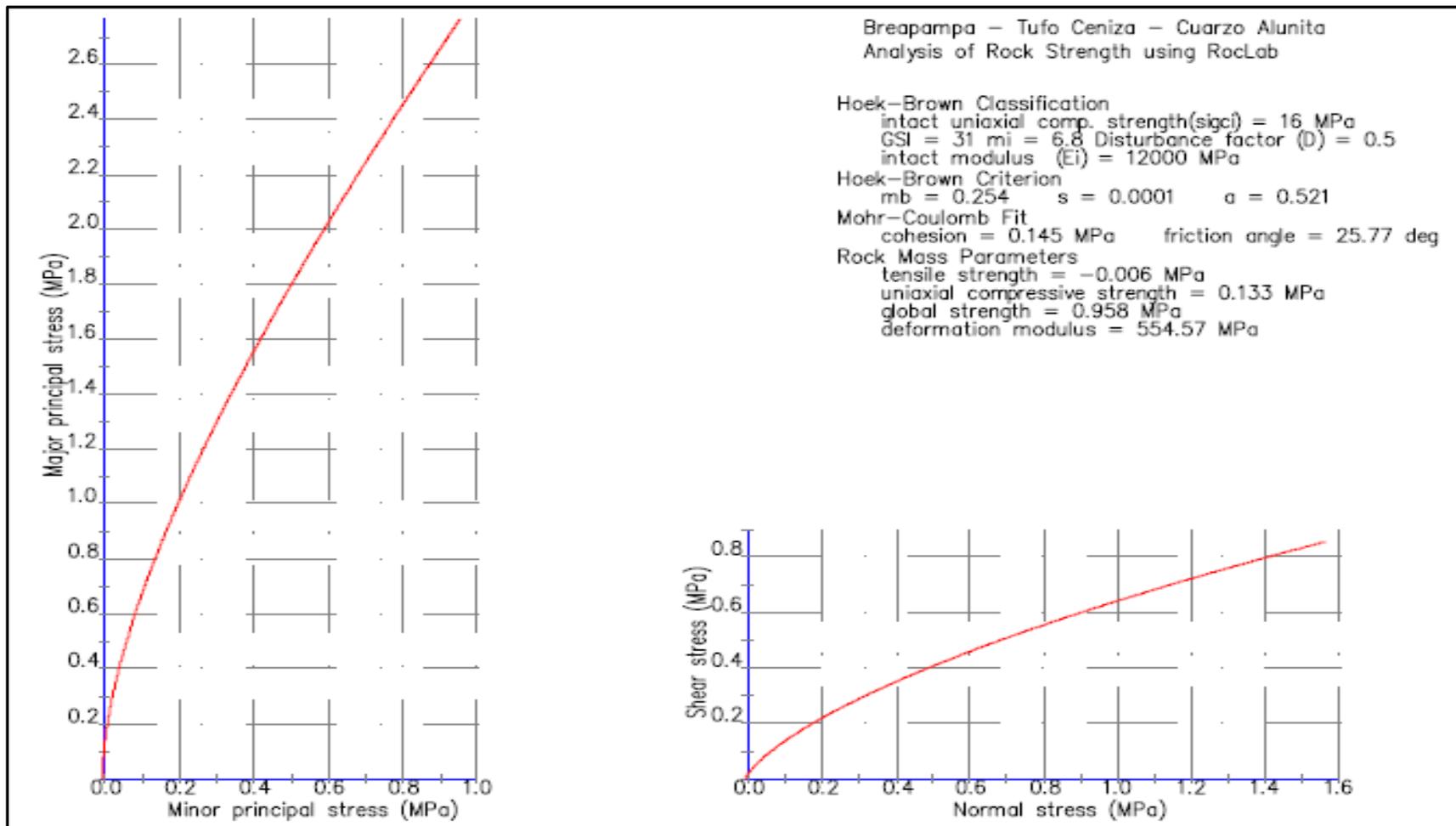
  

		TABLA DE LEYENDA						
Tufo	Lítico		●	●	●	●	●	●
	Ceniza/ Laminado	●	●	●				
	Sílice Fuerte							
	Sílice Fuerte, Cuarzo Alunita							
	Cuarzo Alunita							
	Sílice Fuerte, Cuarzo Alunita, Sílice Vuggy							
	Sílice Vuggy							
	Sílice Fuerte, Sílice Vuggy							
	Sílice Vuggy, Cuarzo Alunita							

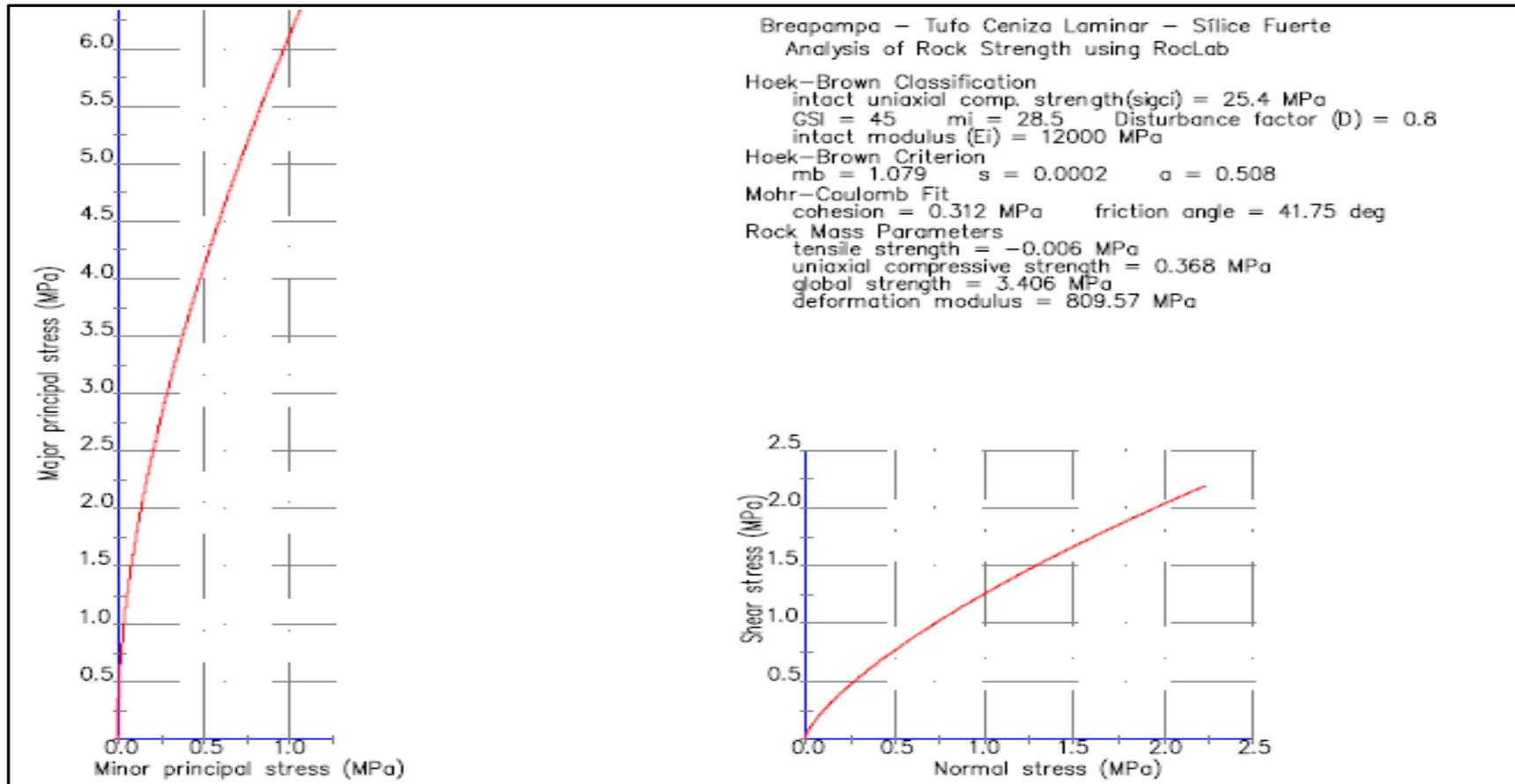
Nº 11 Propiedades Geomecánicas de Roca – Estimación de Valores de GSI



**Nº 12** Propiedades de Resistencia-Programa Roc. Lab. Tufo Lítico - Sílice Vuggy

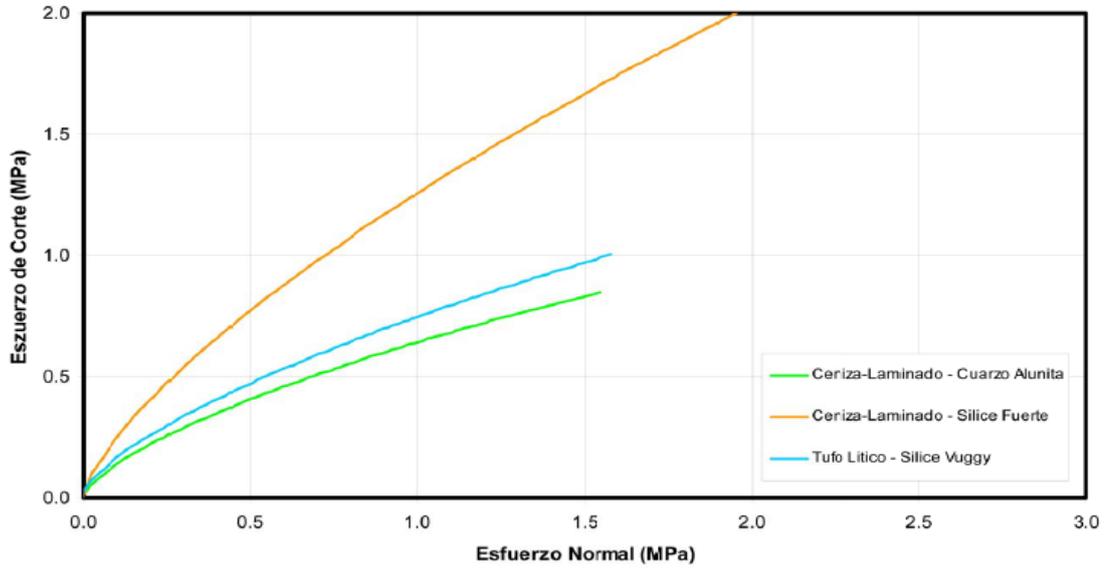


Nº 13 Propiedades de Resistencia-Programa Roc Lab. Tufo Ceniza-Cuarzo Alunita



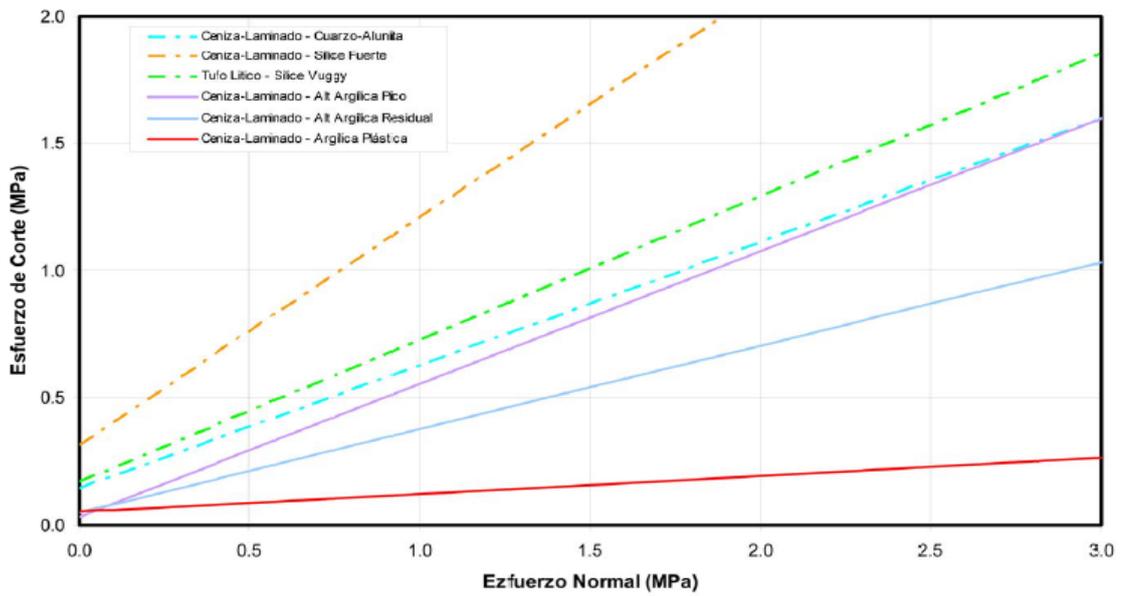
Nº 14 Propiedades de Resistencia-Programa Roc Lab. Tufo Ceniza Laminar-Sílice Fuerte

**Breapampa**  
**Parámetros Hoek Brown Roca**



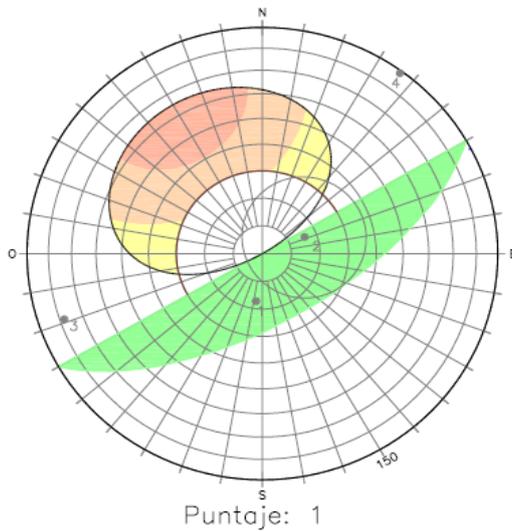
**Nº 15** Propiedades de Resistencia-Grafica de Resumen de Parámetros Hoek Brown

**Breapampa**  
**Parámetros Mohr Coulomb de Roca y Suelo**



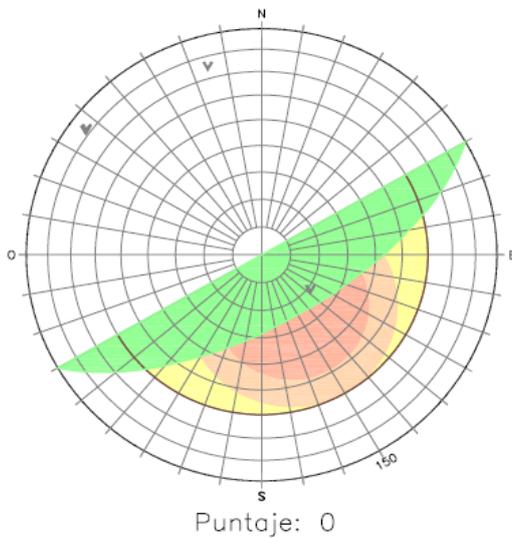
**Nº 16** Propiedades de Resistencia-Grafica de Resumen de Parámetros Mohr - Coulomb

# SECTOR 1



## Análisis de Fallas Planares Banco de Orientación 150/65

- Familias de Juntas
- ✓ Límite de 1 y 2 Desviaciones Estándar
- Polos Promedios de Familias
- 4 Familias con mayor posibilidad de problemas
  - 7 Familias con posibles problemas
  - 6 Familias sin problemas
- Símbolos de la Gráfica
- Orientation del Talud, Buz 65 Grados
  - Círculos de Angulo de Fricción 30 Grados
  - Envolverte de Orientaciones – Posibles fallas
- Zonas Problemáticas de Orientaciones
- Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
  - Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
  - Zona de bajo riesgo de falla en la cresta



## Análisis de Fallas en Cuña Banco de Orientación 150/65

- Cuñas de Familias de Juntas
- ✓ Límite de Desviaciones de 5 y 10 Grados
  - ▼ Cuñas con mayor posibilidad de problemas
  - ▼ Cuñas con posibles problemas
  - ▼ Cuñas sin problemas
- Símbolos de la Gráfica
- Orientation del Talud, Buz 65 Grados
  - Círculos de Angulo de Fricción 30 Grados
- Zonas problemáticas de orientaciones
- Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
  - Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
  - Zona de bajo riesgo de falla en la cresta

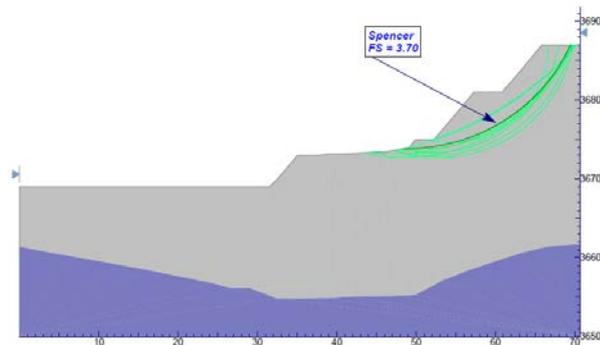
**Nº 17: Análisis estereográfico de bancos - Sector 1 – Falla Planas y en Cuña**

**ANEXO B: Análisis de estabilidad de  
Talud global del tajo Breapampa**

### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 1-1 - Talud Izquierdo, Análisis Estático a Corto Plazo, Falla Circular - Global, FS = 3,70

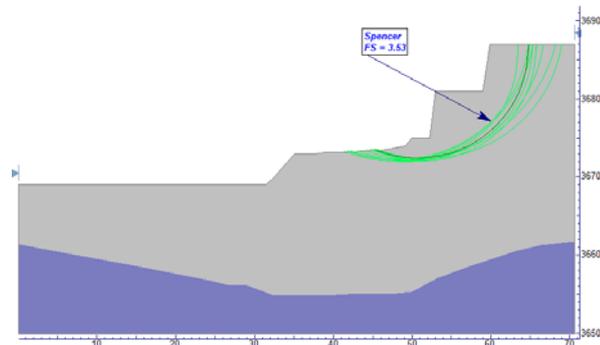
Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	$C'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	$m$	$s$	$a$	$R_u$
Suelo residual de Limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Toba silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2



### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 1-1 - Talud Izquierdo Optimizado Análisis Estático a Corto Plazo, Falla Circular - Global, FS = 3,53

Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	$C'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	$m$	$s$	$a$	$R_u$
Suelo residual de Limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Toba silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2



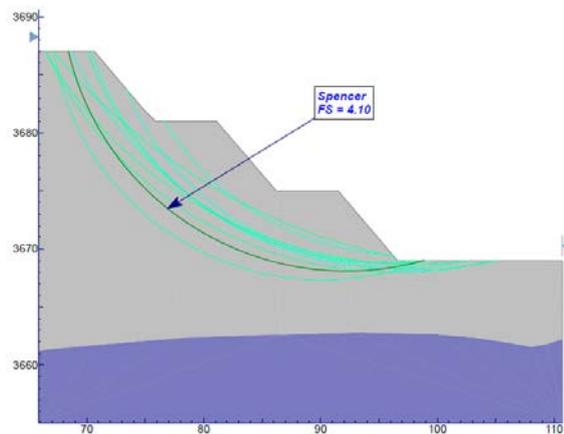
Los taludes de los bancos superiores de toba silicificada fueron modificados a una pendiente de H=1:V=7.

### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 1-1 - Talud Derecho, Análisis Estático a Corto Plazo, Falla Circular - Global,

FS = 4,10

Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	C' (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	m	s	a	Ru
Suelo residual de Limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Toba silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2

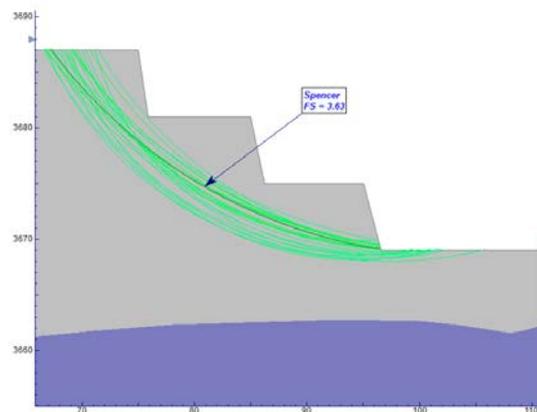


### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 1-1 - Talud Derecho Optimizado Análisis Estático a Corto Plazo, Falla

Circular - Global, FS = 3,63

Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	C' (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	m	s	a	Ru
Suelo residual de Limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Toba silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2

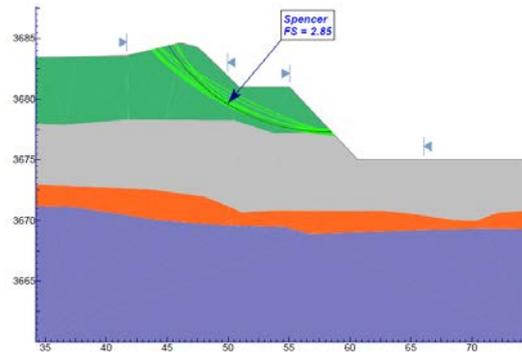


Los taludes de los bancos superiores de toba silicificada fueron modificados a una pendiente de H=1:V=5.

### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 2-2 Análisis Estático a Corto Plazo, Falla Circular - Global, FS = 2,85

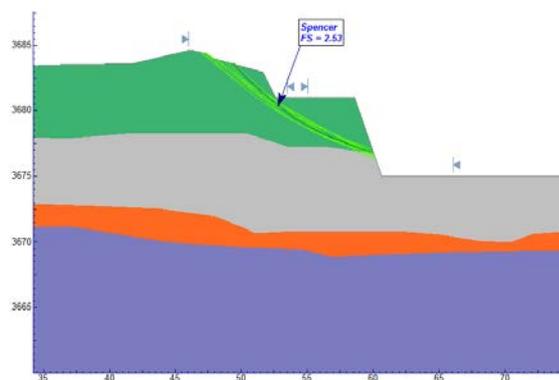
Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	$C'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	m	s	a	Ru
Suelo residual de limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Toba sílice vuggy	20	G. Hoek-Brown	-	-	5.E04	0,0565	3,72.E-06	0,5312	0,2
Toba silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2
Toba argílica	20,5	G. Hoek-Brown	-	-	3.E04	0,0665	3,05.E-06	0,5437	0,2



### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 2-2 Optimizada Análisis Estático a Corto Plazo, Falla Circular - Global, FS = 2,53

Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	$C'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	m	s	a	Ru
Suelo residual de limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Toba sílice vuggy	20	G. Hoek-Brown	-	-	5.E04	0,0565	3,72.E-06	0,5312	0,2
Toba silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2
Toba srgílica	20,5	G. Hoek-Brown	-	-	3.E04	0,0665	3,05.E-06	0,5437	0,2



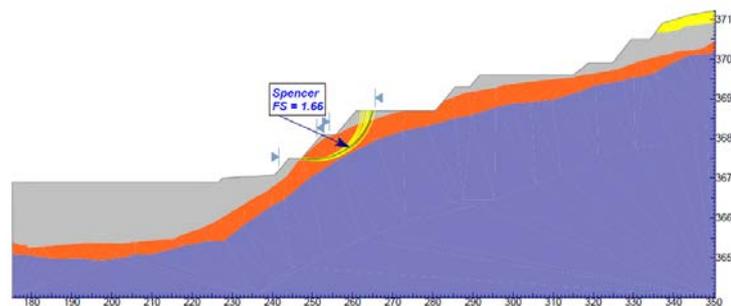
Los taludes fueron modificados a una pendiente de H=1:V=3

### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 3-3 - Talud Derecho - Bancos Inferiores, Análisis Estático a Corto Plazo,

Falla Circular - Global, FS = 1,66

Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	m	s	a	Ru
Suelo residual de limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Toba sílice Laminar	20	G. Hoek Brown	-	-	4.E04	0,0456	2,26.E-06	0,5382	0,2
Toba silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2
Toba argílica	20,5	G. Hoek-Brown	-	-	3.E04	0,0665	3,05.E-06	0,5437	0,2

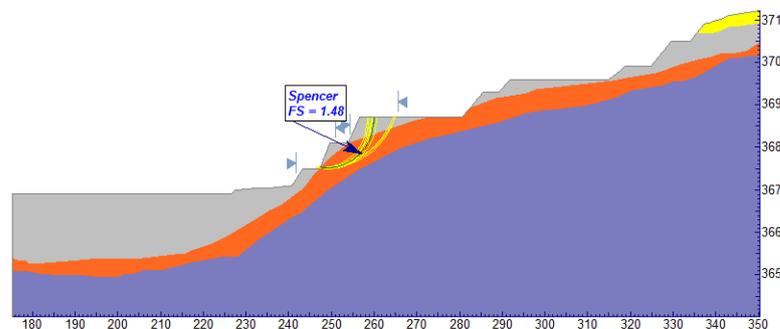


### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 3-3 - Talud Derecho - Bancos Inferiores Optimizado, Análisis Estático a Corto

Plazo, Falla Circular - Global, FS = 1,48

Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	m	s	a	Ru
Suelo residual de limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Toba sílice Laminar	20	G. Hoek Brown	-	-	4.E04	0,0456	2,26.E-06	0,5382	0,2
Toba silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2
Toba argílica	20,5	G. Hoek-Brown	-	-	3.E04	0,0665	3,05.E-06	0,5437	0,2



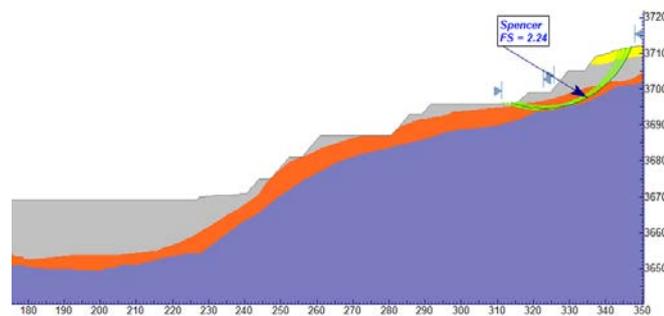
Los taludes de los bancos inferiores fueron modificados a una pendiente de H=1:V=2,4.

### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 3-3 - Talud Derecho - Bancos Superiores, Análisis Estático a Corto Plazo,

Falla Circular - Global, FS = 2,24

Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	C' (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	m	s	a	Ru
Suelo residual de limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Toba sílice Laminar	20	G. Hoek Brown	-	-	4.E04	0,0456	2,26.E-06	0,5382	0,2
Toba silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2
Toba argílica	20,5	G. Hoek-Brown	-	-	3.E04	0,0665	3,05.E-06	0,5437	0,2

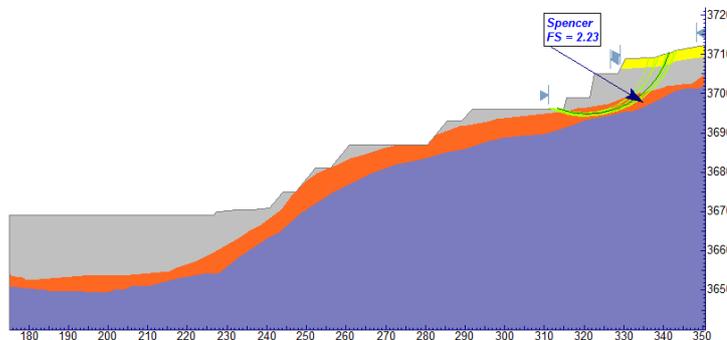


### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 3-3 - Talud Derecho - Bancos Superiores Optimizado, Análisis Estático a Corto Plazo, Falla Circular - Global, FS

= 2,23

Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	C' (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	m	s	a	Ru
Suelo residual de limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Toba sílice Laminar	20	G. Hoek Brown	-	-	4.E04	0,0456	2,26.E-06	0,5382	0,2
Toba silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2
Toba argílica	20,5	G. Hoek-Brown	-	-	3.E04	0,0665	3,05.E-06	0,5437	0,2



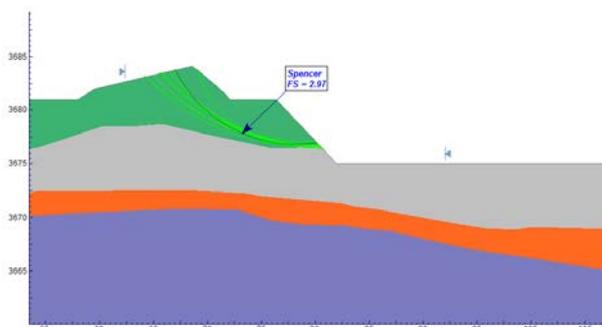
Los taludes de los bancos superiores de toba silicificada fueron modificados a una pendiente de H=1:V=6.

### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 3-3 - Talud Izquierdo, Análisis Estático a Corto Plazo, Falla Circular - Global,

FS = 2,97

Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	C' (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	m	s	a	Ru
Suelo residual de limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Toba silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2
Toba argílica	20,5	G. Hoek-Brown	-	-	3.E04	0,0665	3,05.E-06	0,5437	0,2
Toba sílice vuggy	20	G. Hoek-Brown	-	-	5.E04	0,0565	3,72.E-06	0,5312	0,2

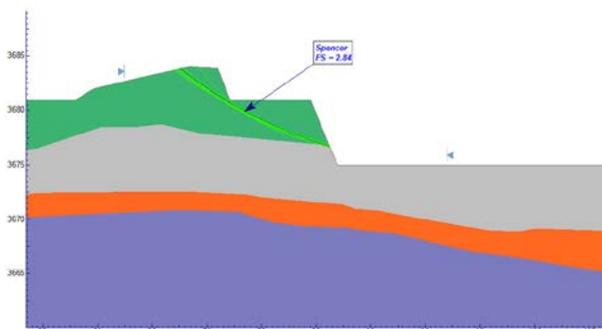


### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 3-3 - Talud Izquierdo Optimizado, Análisis Estático a Corto Plazo, Falla

Circular - Global, FS = 2,84

Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	C' (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	m	s	a	Ru
Suelo residual de limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Toba silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2
Toba argílica	20,5	G. Hoek-Brown	-	-	3.E04	0,0665	3,05.E-06	0,5437	0,2
Toba sílice vuggy	20	G. Hoek-Brown	-	-	5.E04	0,0565	3,72.E-06	0,5312	0,2



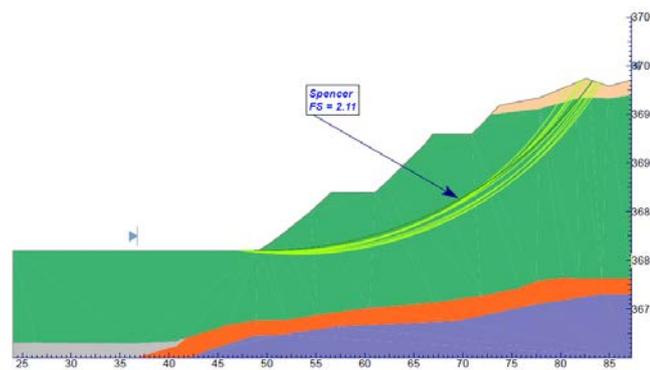
Los taludes de los bancos inferiores fueron modificados a una pendiente de H=1:V=2,4.

### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 4-4 - Talud Derecho, Análisis Estático a Corto Plazo, Falla Circular - Global,

FS = 2,11

Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	C' (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	m	s	a	Ru
Suelo residual de limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Suelo coluvial de toba sílice vuggy	17	Mohr-Coulomb	5	30	-	-	-	-	0
Toba sílice vuggy	20	G. Hoek-Brown	-	-	5.E04	0,0565	3,72.E-06	0,5312	0,2
Toba silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2
Toba argílica	20,5	G. Hoek-Brown	-	-	3.E04	0,0665	3,05.E-06	0,5437	0,2

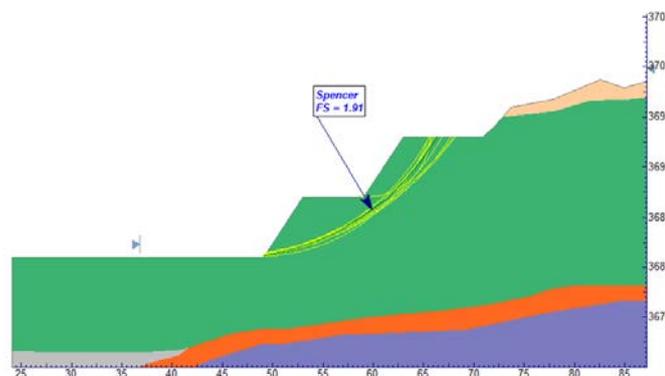


### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 4-4 - Talud Derecho Optimizado, Análisis Estático a Corto Plazo, Falla Circular - Global,

FS = 1,91

Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	C' (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	m	s	a	Ru
Suelo residual de Limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Suelo coluvial de toba sílice vuggy	17	Mohr-Coulomb	5	30	-	-	-	-	0
Toba Sílice vuggy	20	G. Hoek-Brown	-	-	5.E04	0,0565	3,72.E-06	0,5312	0,2
Toba Silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2
Toba Argílica	20,5	G. Hoek-Brown	-	-	3.E04	0,0665	3,05.E-06	0,5437	0,2



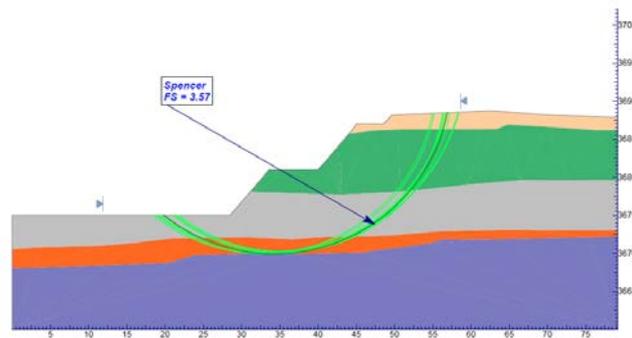
Los taludes de los bancos inferiores fueron modificados a una pendiente de H=1:V=1,5

### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 4-4 - Talud Izquierdo, Análisis Estático a Corto Plazo, Falla Circular - Global,

FS = 3,57

Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	$C'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	m	s	a	Ru
Suelo residual de limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Suelo coluvial de toba silice vuggy	17	Mohr-Coulomb	5	30	-	-	-	-	0
Toba silice vuggy	20	G. Hoek-Brown	-	-	5.E04	0,0565	3,72.E-06	0,5312	0,2
Toba silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2
Toba argilica	20,5	G. Hoek-Brown	-	-	3.E04	0,0665	3.05.E-06	0,5437	0,2

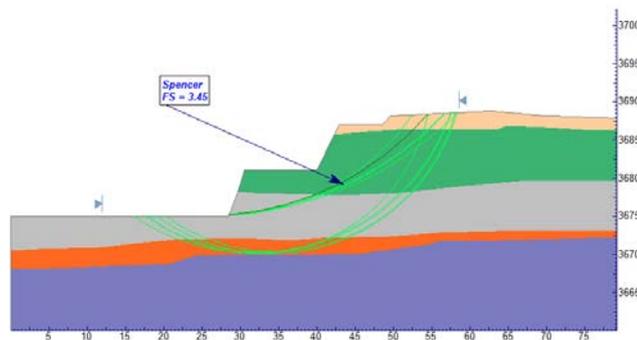


### Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

Sección 4-4 - Talud Izquierdo Optimizado, Análisis Estático a Corto Plazo, Falla Circular - Global,

Circular - Global, FS = 3,45

Materiales	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Modelo	$C'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS (kN/m <sup>2</sup> )	m	s	a	Ru
Suelo residual de limolita	17,5	G. Hoek-Brown	-	-	4.E04	0,0773	6,89.E-06	0,5499	0
Suelo coluvial de toba silice vuggy	17	Mohr-Coulomb	5	30	-	-	-	-	0
Toba silice vuggy	20	G. Hoek-Brown	-	-	5.E04	0,0565	3,72.E-06	0,5312	0,2
Toba silicificada	21	G. Hoek Brown	-	-	8.E04	0,2444	3,35.E-05	0,5195	0,2
Toba argilica	20,5	G. Hoek-Brown	-	-	3.E04	0,0665	3.05.E-06	0,5437	0,2

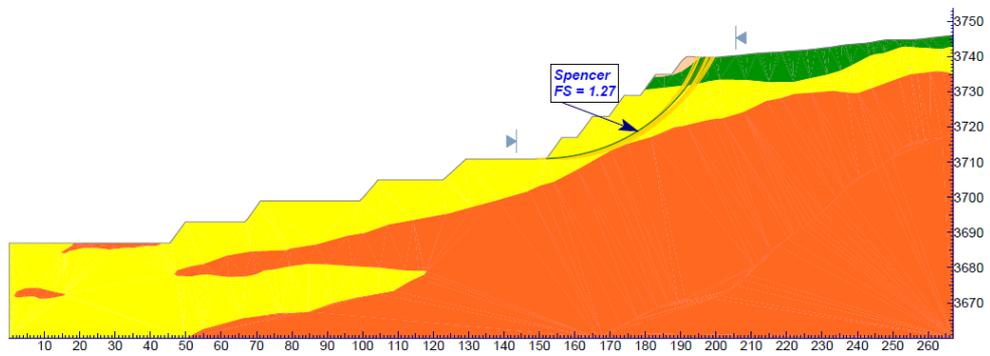


Los taludes de los bancos inferiores fueron modificados a una pendiente de H=1:V=3.

## Análisis de Estabilidad de Talud Global del Tajo Breapampa

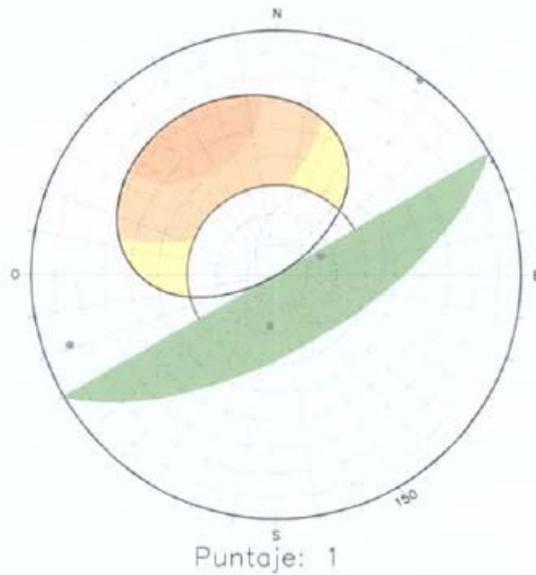
Sección 5-5, Análisis Estático a Corto Plazo, Falla Circular - Global, FS = 1,27

Materiales	$\gamma$ ( $kN/m^3$ )	Modelo	$C'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	UCS ( $kN/m^2$ )	$m$	$s$	$a$	$Ru$
Suelo coluvial de toba silice vuggy	17	Mohr-Coulomb	5	30	-	-	-	-	0
Brecha hidrotermal	20	G. Hoek-Brown	-	-	7.E04	0.0759	6,14.E-06	0.5255	0,2
Toba silice laminar	20	G. Hoek Brown	-	-	4.E04	0.0456	2,26.E-06	0.5382	0,2
Toba argilica	20,5	G. Hoek-Brown	-	-	3.E04	0.0665	3.05.E-06	0.5437	0,2



**ANEXO C: Estereogramas para análisis**  
**Estereográfico de cada sector.**

## SECTOR 1



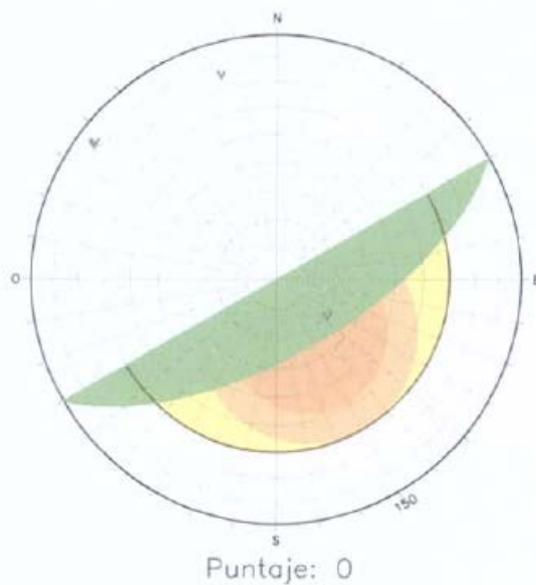
### Análisis de Fallas Planares Banco de Orientación 150/65

#### Familias de Juntas

- ✓ Límite de 1 y 2 Desviaciones Estándar
- Polos Promedios de Familias
- Familias con mayor posibilidad de problemas
- Familias con posibles problemas
- Familias sin problemas

#### Símbolos de la Gráfica

- Orientación del Talud, Buz 65 Grados
- ✓ Círculos de Ángulo de Fricción 30 Grados
- ✓ Envolverte de Orientaciones – Posibles fallas
- Zonas Problemáticas de Orientaciones
- Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
- Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
- Zona de bajo riesgo de falla en la cresta



### Análisis de Fallas en Cuña Banco de Orientación 150/65

#### Cuñas de Familias de Juntas

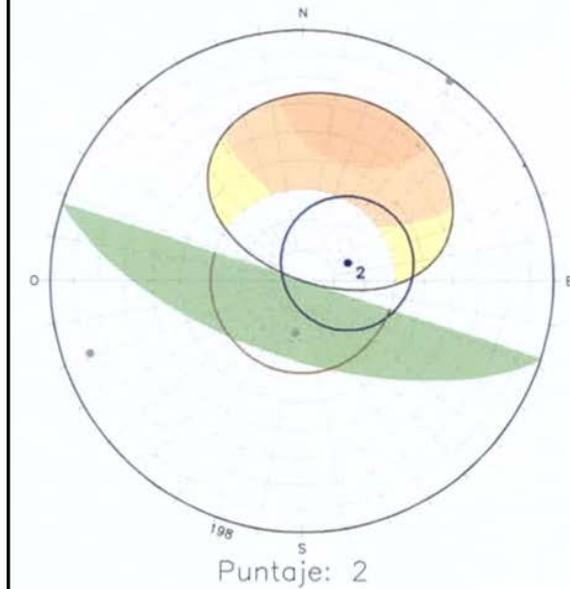
- ✓ Límite de Desviaciones de 5 y 10 Grados
- ▼ Cuñas con mayor posibilidad de problemas
- ▼ Cuñas con posibles problemas
- ▼ Cuñas sin problemas

#### Símbolos de la Gráfica

- Orientación del Talud, Buz 65 Grados
- ✓ Círculos de Ángulo de Fricción 30 Grados
- Zonas problemáticas de orientaciones
- Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
- Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
- Zona de bajo riesgo de falla en la cresta

Análisis estereográfico de Bancos – Sector 1

## SECTOR 2



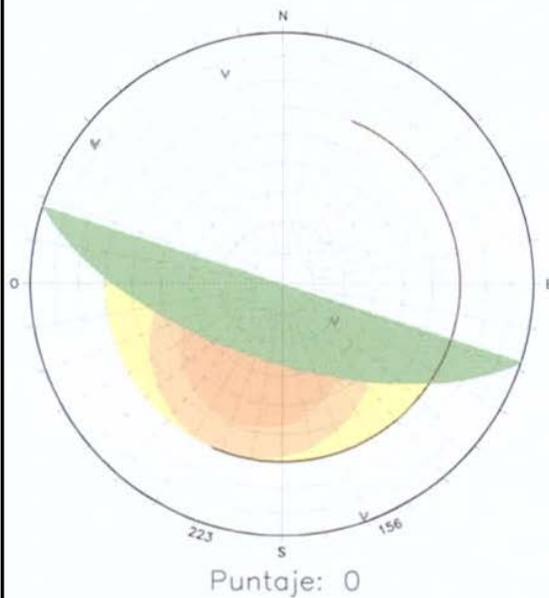
### Análisis de Fallas Planares Banco de Orientación 198/65

#### Familias de Juntos

- / Límite de 1 y 2 Desviaciones Estándar
- Polos Promedios de Familias
- Familias con mayor posibilidad de problemas
- Familias con posibles problemas
- Familias sin problemas

#### Símbolos de la Gráfica

- Orientación del Talud, Buz 65 Grados
- / Círculos de Angulo de Fricción 30 Grados
- / Envolverte de Orientaciones – Posibles fallas
- Zonas Problemáticas de Orientaciones
- Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
- Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
- Zona de bajo riesgo de falla en la cresta



### Análisis de Fallas en Cuña Banco de Orientación 198/65

#### Cuñas de Familias de Juntos

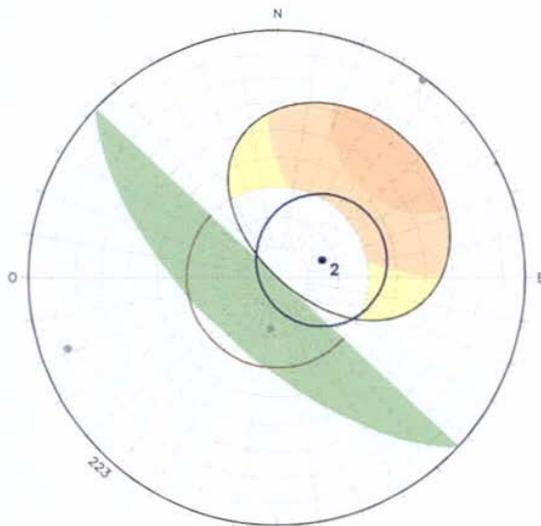
- / Límite de Desviaciones de 5 y 10 Grados
- ▼ Cuñas con mayor posibilidad de problemas
- ▼ Cuñas con posibles problemas
- ▼ Cuñas sin problemas

#### Símbolos de la Gráfica

- Orientación del Talud, Buz 65 Grados
- / Círculos de Angulo de Fricción 30 Grados
- Zonas problemáticas de orientaciones
- Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
- Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
- Zona de bajo riesgo de falla en la cresta

## Análisis estereográfico de Bancos – Sector 2

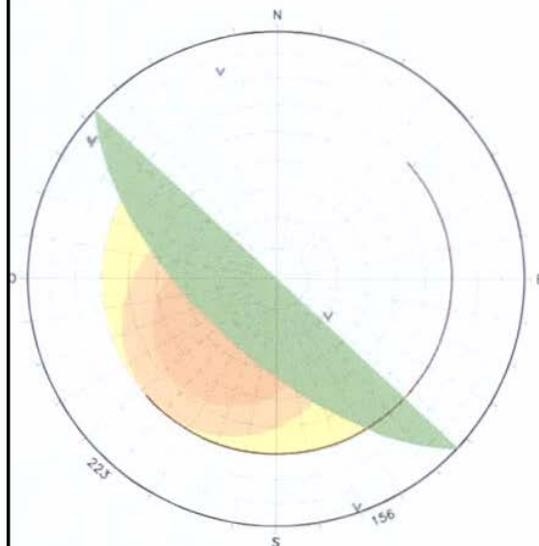
## SECTOR 3



Puntaje: 2

### Análisis de Fallas Planares Banco de Orientación 223/65

- Familias de Juntas
- ✓ Límite de 1 y 2 Desviaciones Estándar
- Polos Promedios de Familias
- 4 Familias con mayor posibilidad de problemas
  - 7 Familias con posibles problemas
  - Familias sin problemas
- Símbolos de la Gráfica
- Orientación del Talud, Buz 65 Grados
  - Círculos de Angulo de Fricción 30 Grados
  - Envolvente de Orientaciones – Posibles fallas
- Zonas Problemáticas de Orientaciones
- Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
  - Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
  - Zona de bajo riesgo de falla en la cresta



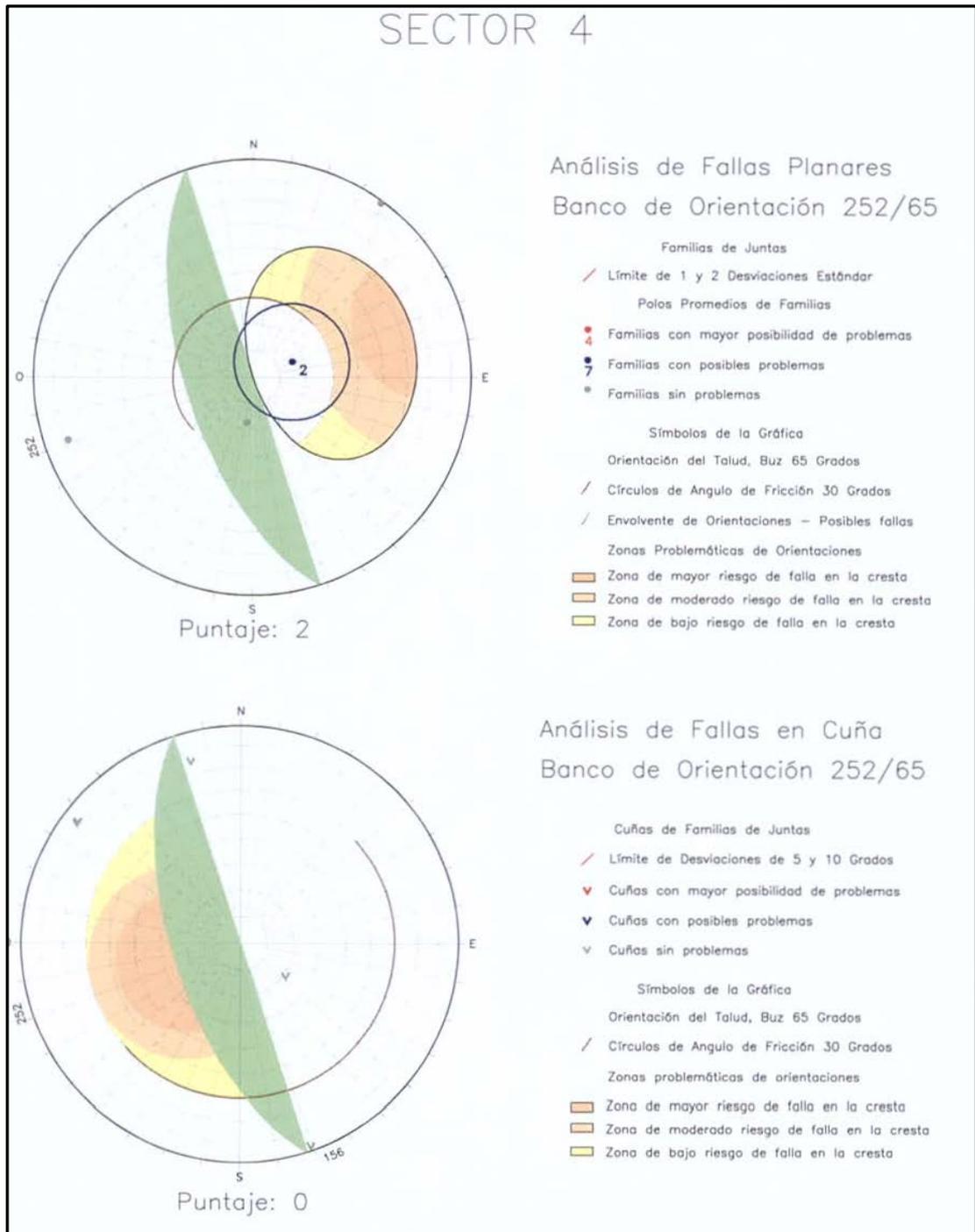
Puntaje: 0

### Análisis de Fallas en Cuña Banco de Orientación 223/65

- Cuñas de Familias de Juntas
- ✓ Límite de Desviaciones de 5 y 10 Grados
- Cuñas con mayor posibilidad de problemas
- ▼ Cuñas con mayor posibilidad de problemas
  - ▼ Cuñas con posibles problemas
  - ▼ Cuñas sin problemas
- Símbolos de la Gráfica
- Orientación del Talud, Buz 65 Grados
  - Círculos de Angulo de Fricción 30 Grados
- Zonas problemáticas de orientaciones
- Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
  - Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
  - Zona de bajo riesgo de falla en la cresta

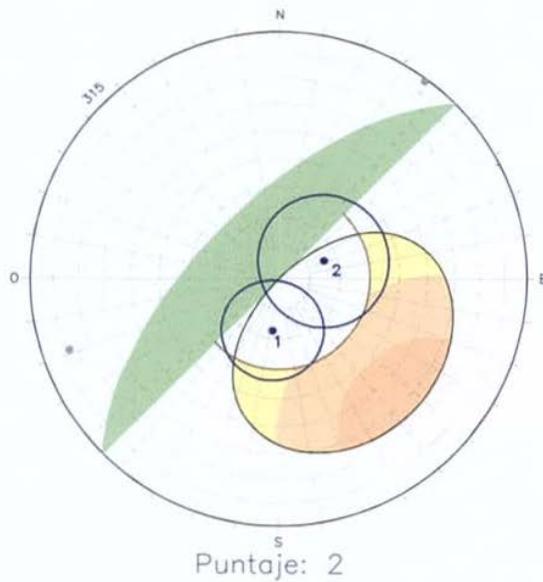
Análisis estereográfico de Bancos – Sector 3

## SECTOR 4



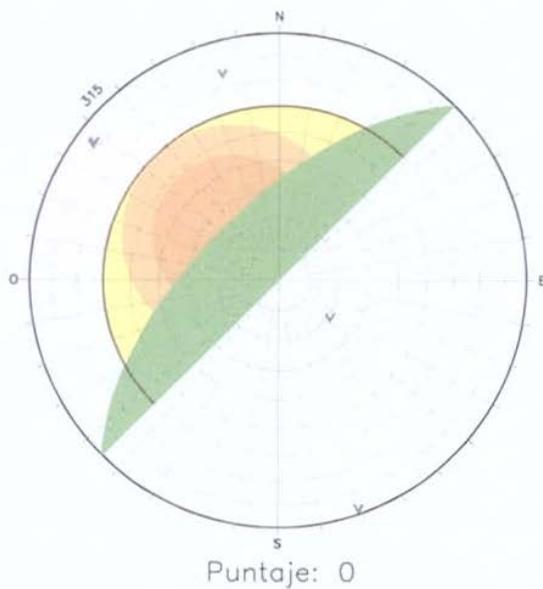
Análisis estereográfico de Bancos – Sector 4

## SECTOR 5



### Análisis de Fallas Planares Banco de Orientación 315/65

- Familias de Juntas
- ✓ Límite de 1 y 2 Desviaciones Estándar
  - Polos Promedios de Familias
  - Familias con mayor posibilidad de problemas
  - Familias con posibles problemas
  - Familias sin problemas
- Símbolos de la Gráfica
- Orientation del Talud, Buz 65 Grados
  - ✓ Círculos de Angulo de Fricción 30 Grados
  - ✓ Envolverte de Orientaciones – Posibles fallas
- Zonas Problemáticas de Orientaciones
- Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
  - Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
  - Zona de bajo riesgo de falla en la cresta

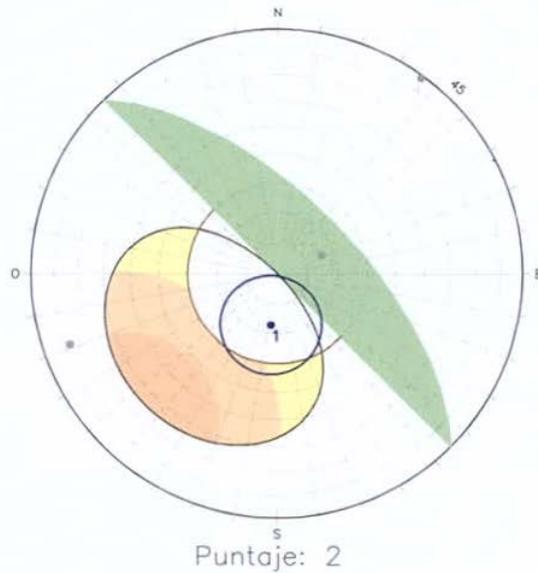


### Análisis de Fallas en Cuña Banco de Orientación 315/65

- Cuñas de Familias de Juntas
- ✓ Límite de Desviaciones de 5 y 10 Grados
  - ▼ Cuñas con mayor posibilidad de problemas
  - ▼ Cuñas con posibles problemas
  - ▼ Cuñas sin problemas
- Símbolos de la Gráfica
- Orientation del Talud, Buz 65 Grados
  - ✓ Círculos de Angulo de Fricción 30 Grados
- Zonas problemáticas de orientaciones
- Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
  - Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
  - Zona de bajo riesgo de falla en la cresta

## Análisis estereográfico de Bancos – Sector 5

## SECTOR 6



### Análisis de Fallas Planares Banco de Orientación 45/65

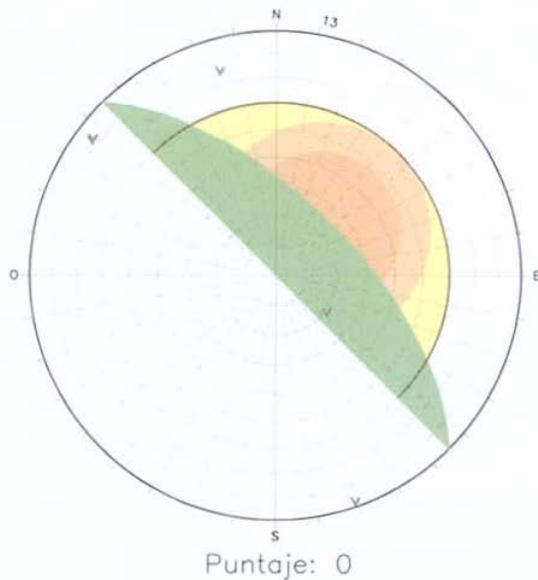
#### Familias de Juntas

- ✓ Límite de 1 y 2 Desviaciones Estándar
- Polos Promedios de Familias
- 4 Familias con mayor posibilidad de problemas
- 7 Familias con posibles problemas
- 8 Familias sin problemas

#### Símbolos de la Gráfica

- Orientación del Talud, Buz 65 Grados
- ✓ Círculos de Angulo de Fricción 30 Grados
- ✓ Envolverte de Orientaciones – Posibles fallas
- Zonas Problemáticas de Orientaciones
- Orange Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
- Yellow Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
- Light Yellow Zona de bajo riesgo de falla en la cresta

Puntaje: 2



### Análisis de Fallas en Cuña Banco de Orientación 45/65

#### Cuñas de Familias de Juntas

- ✓ Límite de Desviaciones de 5 y 10 Grados
- ▼ Cuñas con mayor posibilidad de problemas
- ▼ Cuñas con posibles problemas
- ▼ Cuñas sin problemas

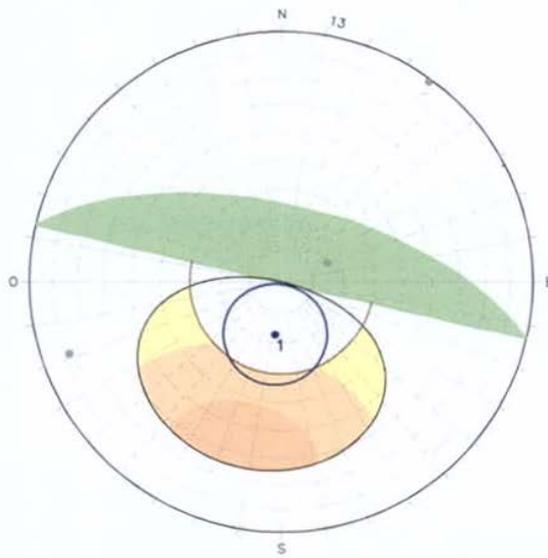
#### Símbolos de la Gráfica

- Orientación del Talud, Buz 65 Grados
- ✓ Círculos de Angulo de Fricción 30 Grados
- Zonas problemáticas de orientaciones
- Orange Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
- Yellow Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
- Light Yellow Zona de bajo riesgo de falla en la cresta

Puntaje: 0

## Análisis estereográfico de Bancos – Sector 6

## SECTOR 7



Puntaje: 2

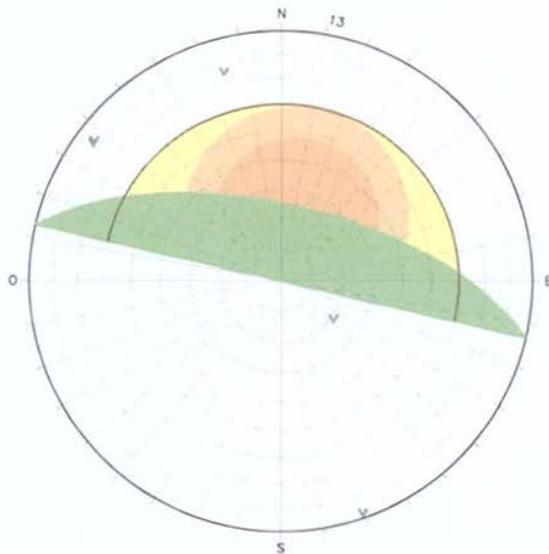
### Análisis de Fallas Planares Banco de Orientación 13/65

#### Familias de Juntas

- / Límite de 1 y 2 Desviaciones Estándar
- Polos Promedios de Familias
- Familias con mayor posibilidad de problemas
- Familias con posibles problemas
- Familias sin problemas

#### Símbolos de la Gráfica

- Orientación del Talud, Buz 65 Grados
- / Círculos de Angulo de Fricción 30 Grados
- / Envolvente de Orientaciones – Posibles fallas
- Zonas Problemáticas de Orientaciones
- Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
- Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
- Zona de bajo riesgo de falla en la cresta



Puntaje: 0

### Análisis de Fallas en Cuña Banco de Orientación 13/65

#### Cuñas de Familias de Juntas

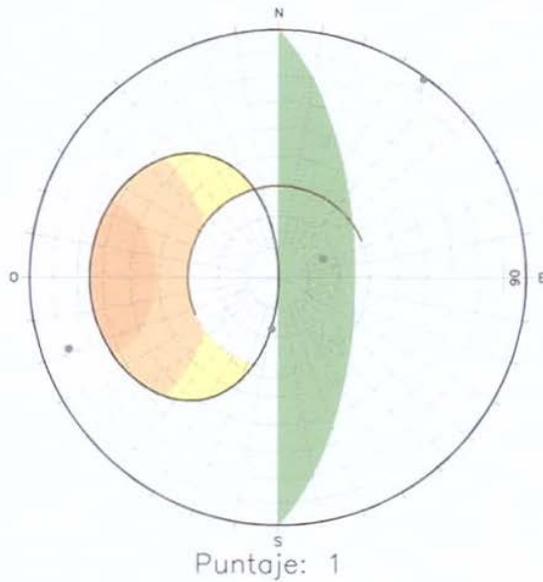
- / Límite de Desviaciones de 5 y 10 Grados
- ▼ Cuñas con mayor posibilidad de problemas
- ▼ Cuñas con posibles problemas
- ▼ Cuñas sin problemas

#### Símbolos de la Gráfica

- Orientación del Talud, Buz 65 Grados
- / Círculos de Angulo de Fricción 30 Grados
- Zonas problemáticas de orientaciones
- Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
- Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
- Zona de bajo riesgo de falla en la cresta

## Análisis estereográfico de Bancos – Sector 7

## SECTOR 8



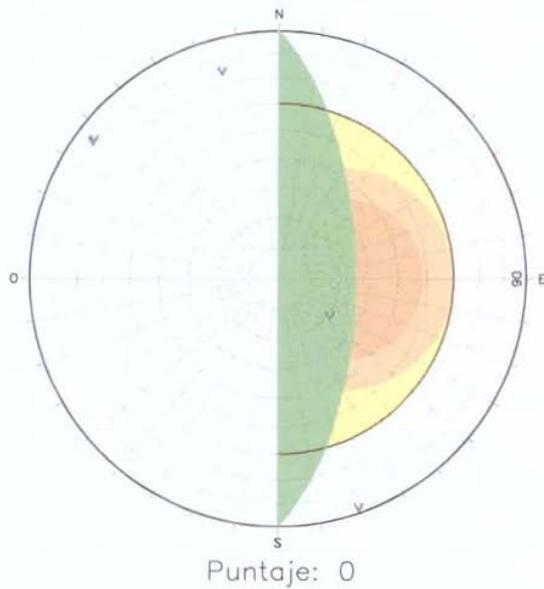
### Análisis de Fallas Planares Banco de Orientación 90/65

#### Familias de Juntas

- ✓ Límite de 1 y 2 Desviaciones Estándar
- Polos Promedios de Familias
- Familias con mayor posibilidad de problemas
- Familias con posibles problemas
- Familias sin problemas

#### Símbolos de la Gráfica

- Orientation del Talud, Buz 65 Grados
- ✓ Círculos de Ángulo de Fricción 30 Grados
- ✓ Envolverte de Orientaciones – Posibles fallas
- Zonas Problemáticas de Orientaciones
- Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
- Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
- Zona de bajo riesgo de falla en la cresta



### Análisis de Fallas en Cuña Banco de Orientación 90/65

#### Cuñas de Familias de Juntas

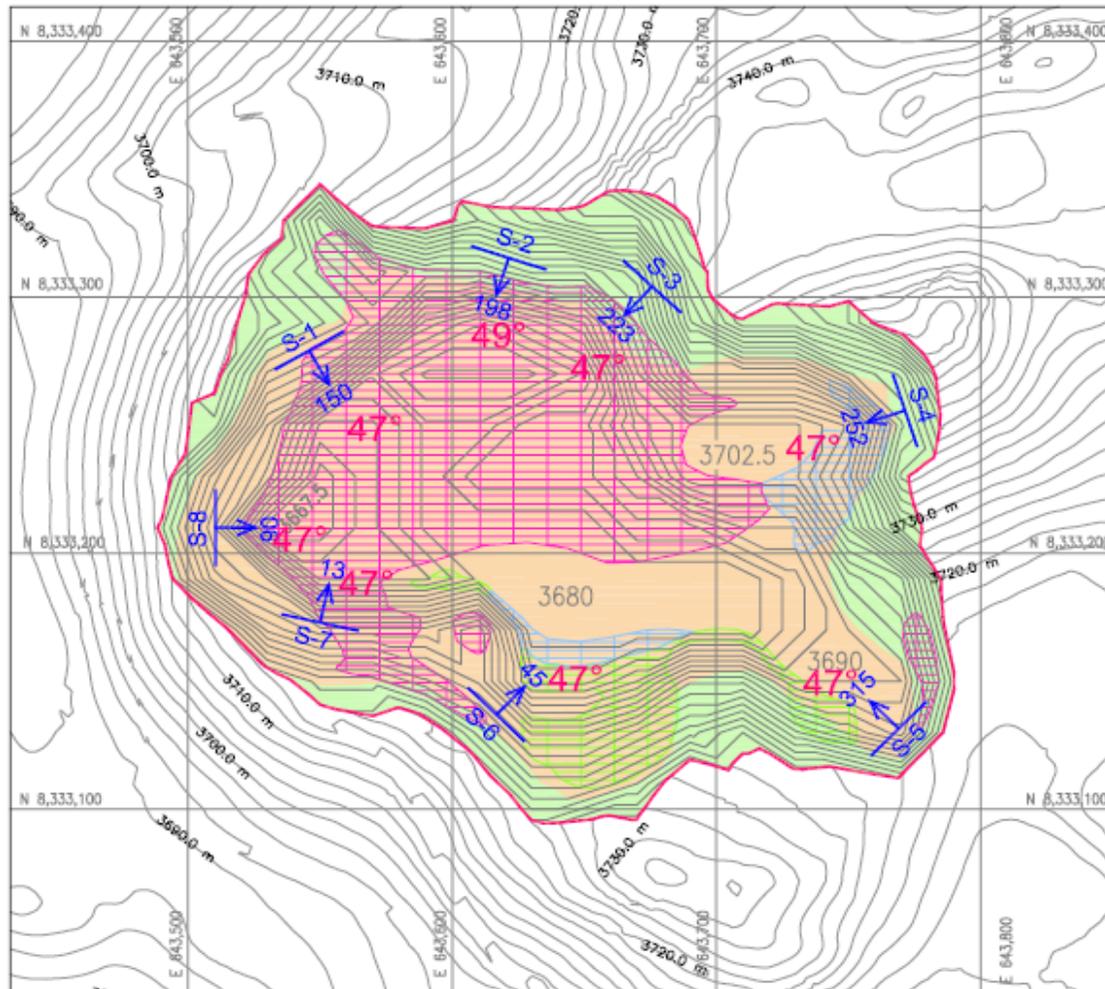
- ✓ Límite de Desviaciones de 5 y 10 Grados
- ▼ Cuñas con mayor posibilidad de problemas
- ▼ Cuñas con posibles problemas
- ▼ Cuñas sin problemas

#### Símbolos de la Gráfica

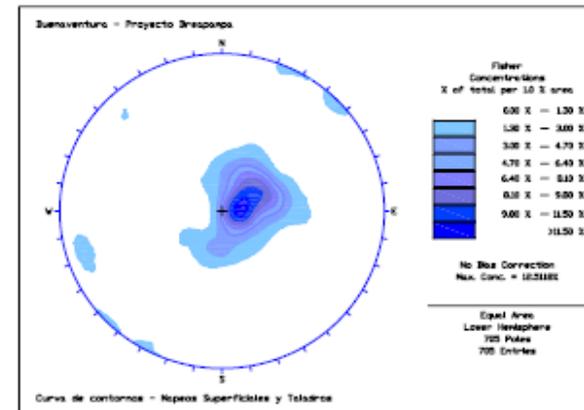
- Orientation del Talud, Buz 65 Grados
- ✓ Círculos de Ángulo de Fricción 30 Grados
- Zonas problemáticas de orientaciones
- Zona de mayor riesgo de falla en la cresta
- Zona de moderado riesgo de falla en la cresta
- Zona de bajo riesgo de falla en la cresta

## Análisis estereográfico de Bancos – Sector 8

## **ANEXO D: Planos**



LEYENDA	
CURVA DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE	
LMITE DEL TAD ULTIMO DE REMANENTE	
LITOLOGIA	
TIPO MEDIA	
TIPO OMO, TIPO LAMADO, Y TIPO LINDO, MOTO.	
ALTERACION	
TRUJE	
ANARJA	
ANARJA PLASTICA	
SECTORES DE ANALISIS	
SECTORES DE ANALISIS ESTEREOGRAFICO	
MINIO ANUAL INTERVENA	47°



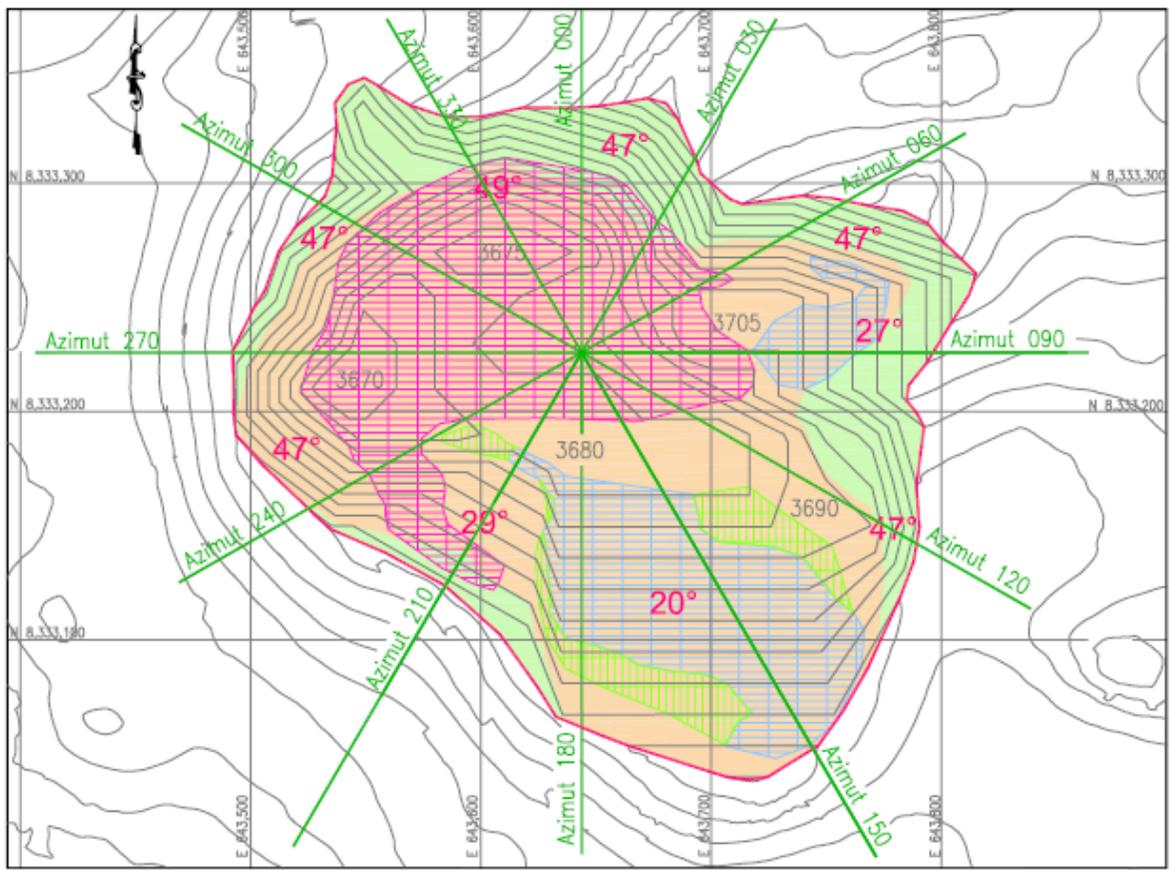
NO.	FECHA	DESCRIPCION	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR

FECHA DE EMISION	FECHA DE REVISION	FECHA DE APROBACION



**COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.**  
**PROYECTO BREA PAMPA**  
**DISEÑO DE TALUDES DE TAJO**  
**ANÁLISIS ESTEREOGRÁFICO - ORIENTACIÓN DE**  
**SECTORES DEL TAJO Y ÁNGULOS INTERRAMPA MÁXIMOS**

DESARROLLO Nº  
**100-06**  
 PROYECTO Nº  
**070406.01**



LEYENDA	
CURVA DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE	
TALUD, DISEÑO OPCION UNO	
SECCIONES GEOMORFOLÓGICAS ANALIZADAS	
LITOLOGIA	
TUPO SEDIA	
TUPO GONDA, TUPO LAMARU, Y TUPO UNCO, MOTO.	
ALTERACION	
Alteración Argílica	
Alteración Sílica	
Alteración Plástica	
SECTORES DE DISEÑO	
ÁNGULO INTERRAMPA MÁXIMO RECOMENDADO	49°



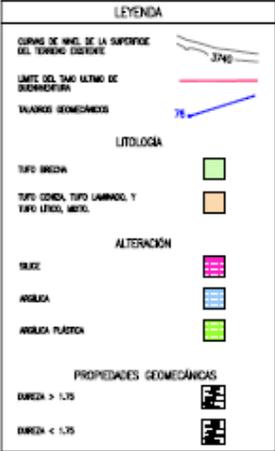
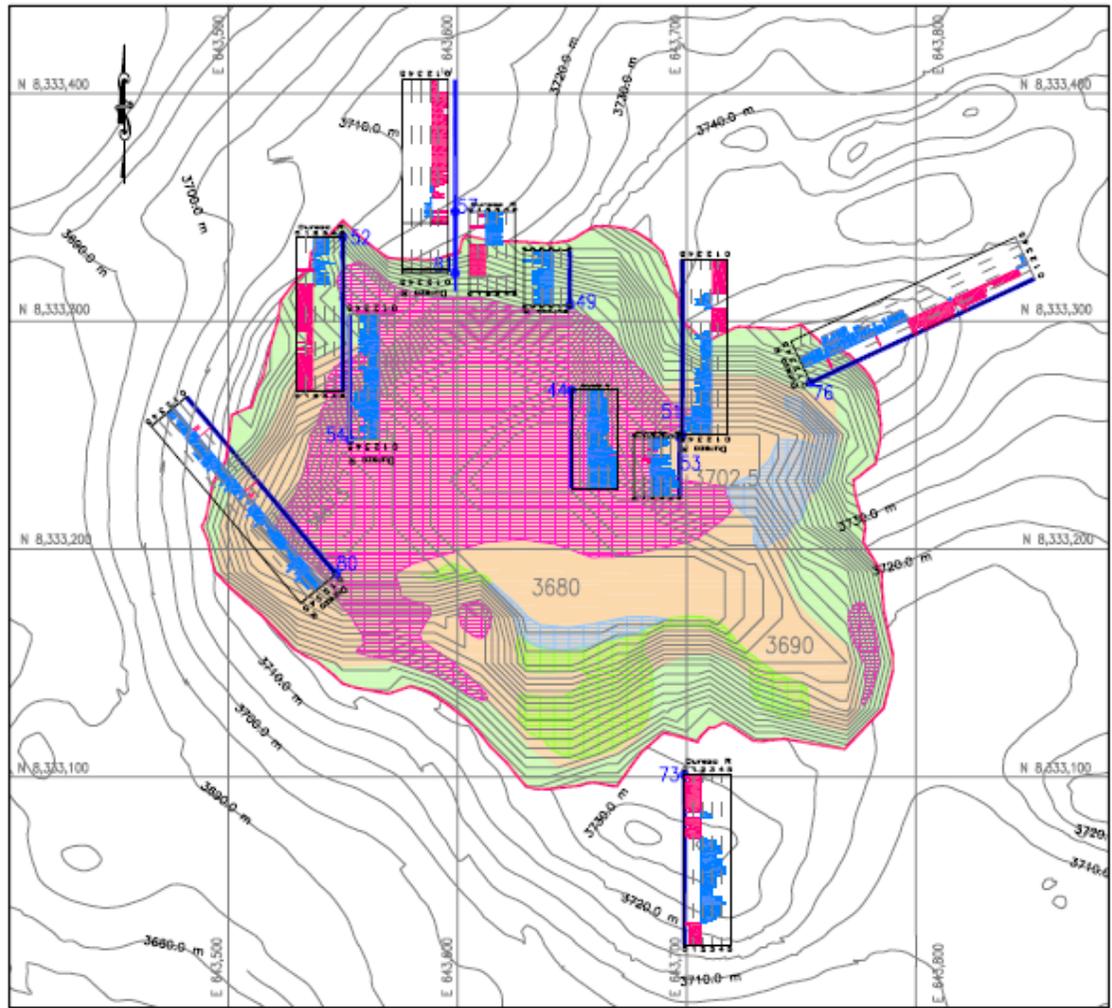
Nº	FECHA	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR	OTRO

Nº	FECHA	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR	OTRO



COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.  
 PROYECTO BREAFAVAMPA  
 DISEÑO DE TALUDES DE TAJO  
 RECOMENDACIONES FINALES  
 ÁNGULOS INTERRAMPA

DISEÑO Nº  
 100-07  
 PROYECTO Nº  
 07000-01



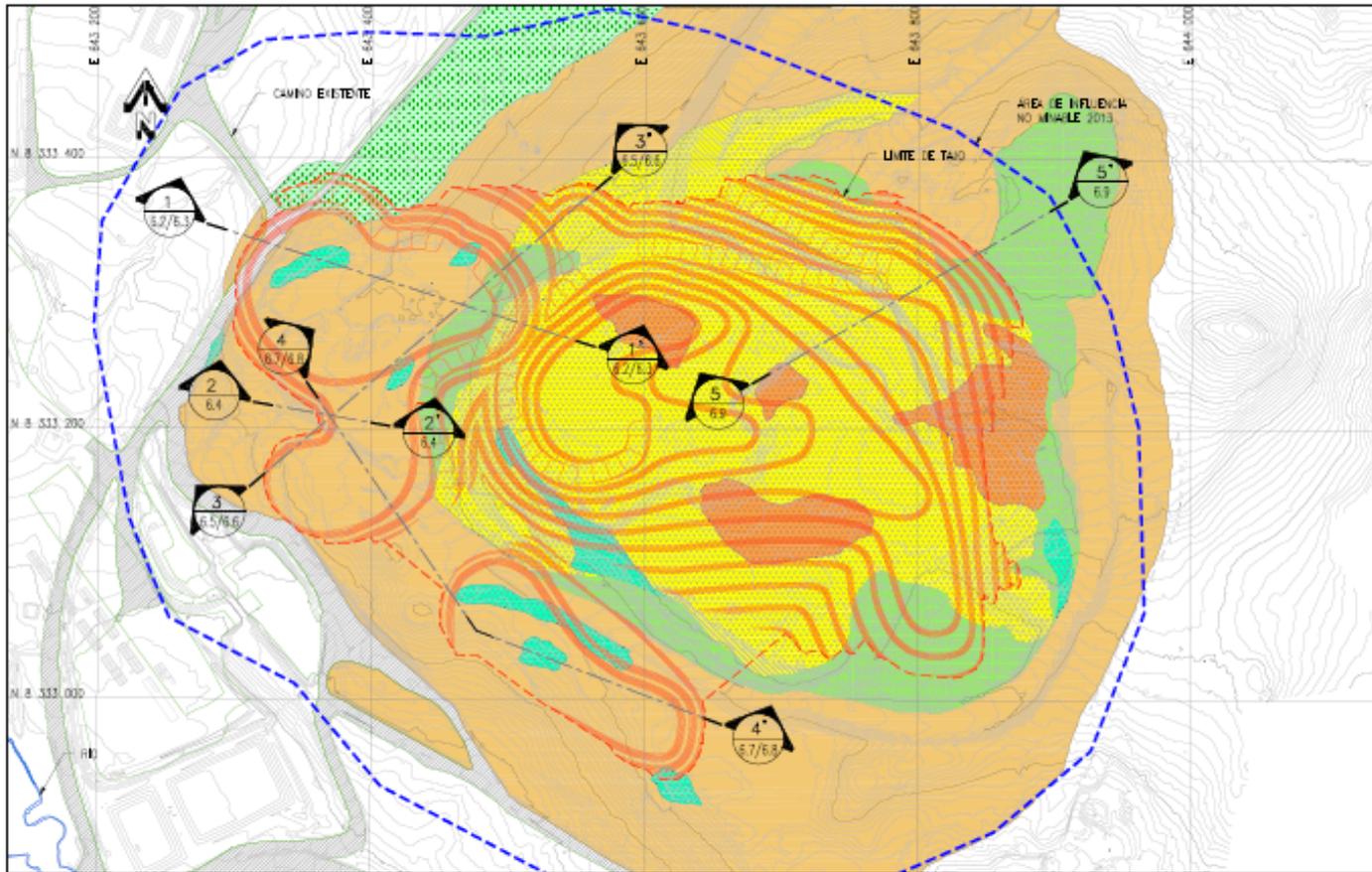
Nº	FECHA	DESCRIPCION DEL CAMBIO (DETALLE PARA REVISOR)	OP	DE	POR

AREA DE DISEÑO / CALIFICACION	FECHA	PROYECTO



COMPANIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.  
 PROYECTO BIRAPAMPA  
 DISEÑO DE TALUDES DE TAJO  
**GEOLOGIA DEL TAJO**  
**DUREZA EN TALADROS GEOMECANICOS**

DESAÑO Nº  
 100-05  
 PROYECTO Nº  
 078909.01



LEYENDA	
	CURVAS DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO EXISTENTE
	CURVAS DE NIVEL DEL TALUD 2013
	LÍMITE DEL TALUD
	ÁREA DE INFLUENCIA NO MINABLE 2013
	CAMINO EXISTENTE
	RÍO
	BIFECALES / SUELO ORGÁNICO
	SUELO COLUMAL DE TOTA SUELO VUDDY
	BIECHA HORTERNA
	TOTA SUELO LAMINAR
	TOTA SUELO VUDDY
	TOTA ARCILIA

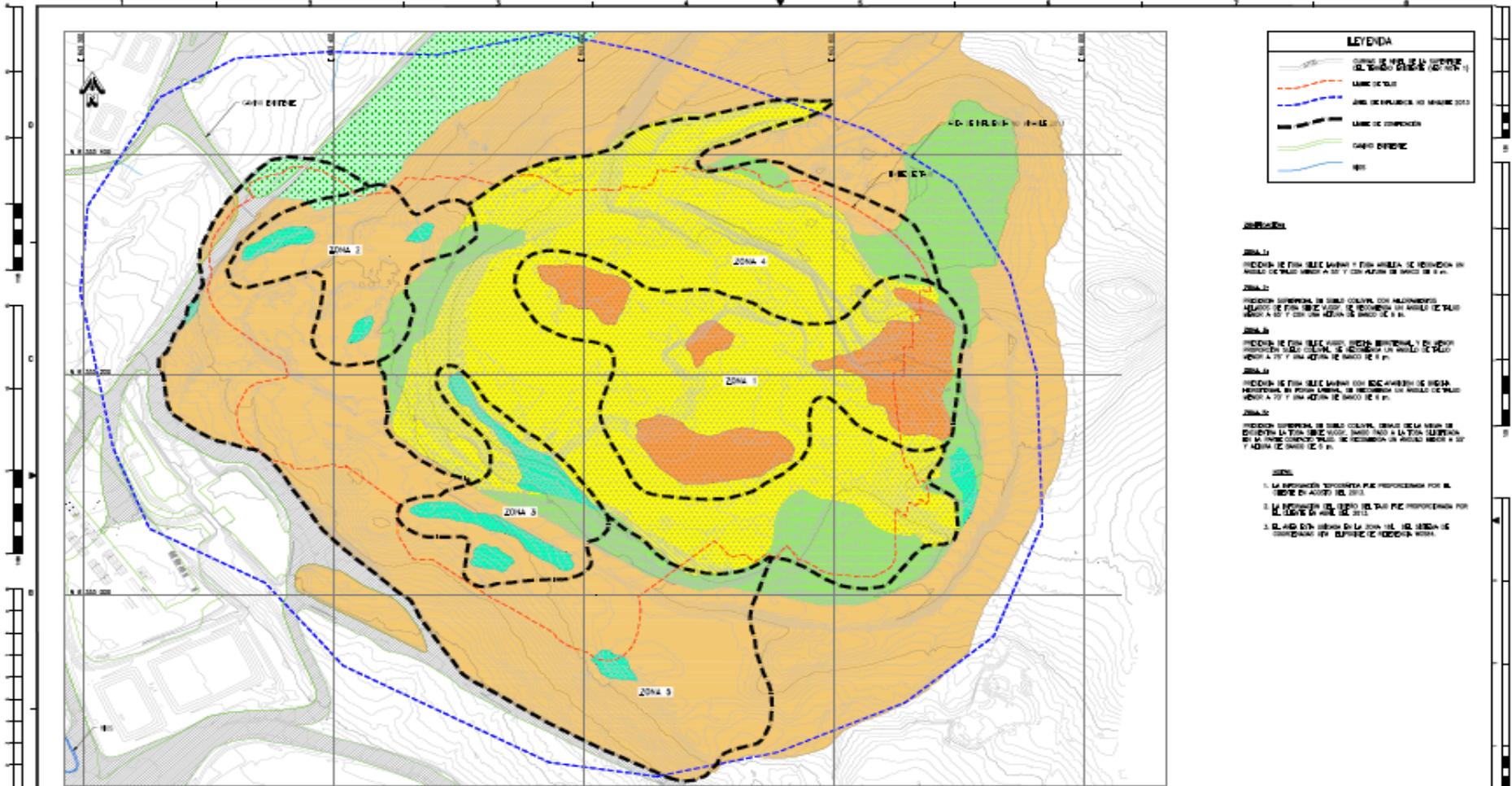
PLANTA



N° PROYECTO:	1101.10.05
DISEÑADO POR:	D. CORCUERA
REVISADO POR:	R. VALDIVIA
FECHA:	09/10/13

**CONDICIONES:**  
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL, SON PROPIEDAD DE ANDRÉS Y DE LOS EXEQUROS DEL TALLER BUEPAPA EN EL MARCO DE SU USO Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN PREVA, ESTÁN PROHIBIDOS.

NOMBRE DEL PROYECTO:		NÚMERO DE FOLIO:	
DISEÑO DEFINITIVO DE LA EXPANSIÓN DEL TALUD BUEPAPA		FIG 6.1	
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD GLOBAL DEL TALUD BUEPAPA		FOLIO	
PLANTA		0	



**LEYENDA**

	LINEA DE NIVEL DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO (METROS)
	LINEA DE AGUA
	LINEA DE SEPARACION DE MANIOBRAS
	LINEA DE ZONIFICACION
	CARRETERA DISTRICTAL
	RIO

- ZONIFICACION**
- ZONA 1:**  
 REGION DE USO RESIDENCIAL Y COMERCIAL DE MEDIANA DENSIDAD DE USO RESIDENCIAL EN VIGILANCIA DE MANIOBRAS A 20 Y 30 METROS DE BARRIO DE 4 y 6 m.
- ZONA 2:**  
 REGION ESPECIAL DE USO COMERCIAL CON ALTO DENSIDAD DE USO RESIDENCIAL EN VIGILANCIA DE MANIOBRAS A 20 Y 30 METROS DE BARRIO DE 4 y 6 m.
- ZONA 3:**  
 REGION DE USO RESIDENCIAL MEDIO DENSIDAD Y USO COMERCIAL EN VIGILANCIA DE MANIOBRAS A 20 Y 30 METROS DE BARRIO DE 4 y 6 m.
- ZONA 4:**  
 REGION DE USO RESIDENCIAL CON ESCASEZ DE SERVICIOS MUNICIPALES EN ZONAS URBANAS EN VIGILANCIA DE MANIOBRAS A 20 Y 30 METROS DE BARRIO DE 4 y 6 m.
- ZONA 5:**  
 REGION ESPECIAL DE USO COMERCIAL, SERVICIOS DE LA URBAN EN VIGILANCIA DE MANIOBRAS A 20 Y 30 METROS DE BARRIO DE 4 y 6 m.

- NOTAS:**
1. LA ORDENANZA DE ZONIFICACION POR EL GOBIERNO DE AGOSTO DEL 2013.
  2. LA ORDENANZA DE USO RESIDENCIAL EN VIGILANCIA DE MANIOBRAS A 20 Y 30 METROS DE BARRIO DE 4 y 6 m.
  3. EL USO RESIDENCIAL EN LA ZONA 1, 2, 3, 4 Y 5 DEPENDIENDO DEL TIPO DE ZONIFICACION.

**PLANTA**  
 ESCALA 1 : 1.000

ID	FECHA	DESCRIPCION	HOJAS DE PLANO	PLANO DE IMPRESION	FECHA POR LA QUE SE REALIZO	REVISOR	APROBADO
1	02/07/13	DISEÑO PARA REVISION INTERNA			02/07/13		10:00 AM
2	02/07/13	DISEÑO PARA REVISION DEL CLIENTE			02/07/13		REVISION
3	02/07/13	DISEÑO PARA CONSTRUCCION			02/07/13		REVISION
					02/07/13		REVISION
					02/07/13		REVISION
					02/07/13		REVISION
					02/07/13		REVISION
					02/07/13		REVISION



**BUENAVENTURA**  
 INGENIERIA Y ARQUITECTURA

GOBIERNO DEL DISTRITO DE BUENAVENTURA  
 DEPARTAMENTO DE COLOMBIA  
 PLANO DE ZONIFICACION GENERAL  
 PLAN DE ZONIFICACION GENERAL - DISEÑO  
 1101.10.05-108