

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



“CAMBIO DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CONVENCIONAL AL  
MECANIZADO EN LA MINA ORCOPAMPA”

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR:

RAÚL ENRIQUE GAMARRA BECERRA

Lima - Perú  
2010

## DEDICATORIA

DEDICO EL PRESENTE TRABAJO A LA EMPRESA QUE ME VIO NACER PROFESIONALMENTE EN LA MINERÍA Y QUE HASTA LA FECHA ME HA BRINDADO EL MÁXIMO APOYO PARA MI DESENVOLVIMIENTO PERSONAL Y PROFESIONAL, CON TODA MI DEDICACIÓN PARA LA COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.

## AGRADECIMIENTO

BRINDO UN RECONOCIMIENTO ESPECIAL A LAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA MANERA ME IMPULSARON Y ASESORARON PARA REALIZAR Y CULMINAR EL PRESENTE INFORME, ENTRE ELLOS AL ING. JOSÉ LUIS MORÁN MONTOYA E ING. JOSÉ LUIS VELAZCO PERALTA.

## RESUMEN

En Orcopampa, durante el año 2009, la Planta de Procesos ha tratado 484 616 TCS de mineral y las reservas de mineral a inicio del año 2010 son de **1 060 970 TCS.**

La explotación de los tajos en la mina se realiza mediante dos sistemas, el sistema convencional (utilizando perforadoras jackleg y scoop cautivo) y el sistema mecanizado (utilizando rampas de acceso al tajo y jumbos).

El sostenimiento se realiza según la evaluación de la calidad del macizo rocoso y los tipos de sostenimiento a aplicar son los siguientes: gatas mecánicas, paquetes sudafricanos, cuadros de madera, malla electrosoldada con pernos de anclaje, cimbras metálicas y concreto lanzado (shotcrete).

El promedio de producción en un tajo aplicando el sistema convencional es de 154 tcs/día (4 634 tcs/mes) y aplicando el sistema mecanizado es de 300 tcs/día (9 005 tcs/mes).

El objetivo principal de este informe es realizar la comparación económica (inversión y beneficio en la actualidad) del sistema de explotación convencional contra el sistema de explotación mecanizado. Los resultados obtenidos indican que mediante el sistema convencional se tiene un VAN de 123 406 119 soles y con el sistema mecanizado un VAN de 126 698 385 soles, lo que significa una diferencia de **3 292 266 soles.**

## INDICE

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Resumen .....	iv
Índice .....	v
Introducción .....	6
<b>Capítulo 1: Geología del Yacimiento Aurífero de Orcopampa .....</b>	<b>7</b>
Ubicación .....	7
Accesibilidad .....	7
Geografía .....	8
Historia .....	9
Geología Regional .....	11
Geología local .....	14
Geología estructural .....	15
Geología económica .....	15
Paragénesis .....	15
Mineralogía .....	17
<b>Capítulo 2: Clasificación e inventario del mineral en Orcopampa .....</b>	<b>19</b>
Componentes del inventario de minerales .....	20
Reserva de minerales .....	20
Clases de Reservas minerales según la certeza .....	20
Clases de Reservas minerales según el valor .....	22
Clases de Reservas minerales según la accesibilidad .....	23
Recursos minerales .....	24
Otros minerales .....	27
Inventario de reservas de mineral en Orcopampa .....	29
Principales vetas .....	30
<b>Capítulo 3: Sistemas de Explotación en Orcopampa .....</b>	<b>36</b>
Explotación Convencional .....	36
Explotación Mecanizada .....	37
Rendimiento de acarreo de mineral con scoops .....	38
Rendimiento de perforación Jackleg vs Jumbo .....	39
Comparación de tiempos Sistema Convencional vs Mecanizado .....	41
Esquema de Explotación Mecanizada de tajos .....	42
<b>Capítulo 4: Sostenimiento en Orcopampa y evaluación del tajo 863 .....</b>	<b>44</b>
Tipos de Sostenimiento en Orcopampa .....	46
Evaluación Geomecánica del Tajo 863 .....	52
<b>Capítulo 5: Análisis Económico a los Sistemas de Explotación .....</b>	<b>56</b>
Mapeo y leyes de la galería 850-2E (Tajo 863) .....	56
Producción en tajos mecanizados .....	60
Producción en tajos convencionales .....	60
Explotación del tajo 863 .....	62
Caso 1: Aplicando el Sistema Mecanizado .....	62
Caso 2: Aplicando el Sistema Convencional .....	70
Conclusiones .....	77
Anexo: Balance de Ventilación en Orcopampa .....	78

## **INTRODUCCIÓN**

La mecanización en los tajos de la Mina Orcopampa se ha venido dando desde el año 2009. El cambio del sistema de explotación convencional al sistema mecanizado se sustenta económicamente, debido a la recuperación de todo el mineral de los tajos en el menor tiempo, lo cual va a generar mayores ganancias para la Empresa.

El objetivo es realizar la comparación económica (valor actual neto) del sistema de explotación convencional contra el sistema de explotación mecanizado y con ello determinar la mejor forma de recuperar todo el mineral cubicado en los tajos.

La metodología utilizada en este informe es la presentación de una propuesta de explotación mecanizada, al cual se aplica un análisis de costos, utilizando herramientas como el VAN.

## **CAPÍTULO I: GEOLOGIA DEL YACIMIENTO AURIFERO DE ORCOPAMPA**

### **Ubicación**

Políticamente el Distrito Minero de Orcopampa, se sitúa en la Provincia de Castilla; región de Arequipa alrededor de las siguientes coordenadas:

Longitud	72	20'	40" W
Latitud	15	15'	30" S
Altitud	3,800 m.s.n.m.		

Y abarca una extensión aproximada de 30 Km<sup>2</sup>.

### **Accesibilidad**

El acceso al distrito de Orcopampa se puede realizar por vías terrestre como aéreo. Por carretera se tienen tres accesos:

- Por la carretera Arequipa - Aplao - Viraco - Orcopampa, o por Arequipa - Aplao - Chuquibamba – Orcopampa: 370 Km.
- Una segunda ruta, menos transitada es la que partiendo de Arequipa pasa por Sibayo - Caylloma - desvío Mina Arcata – Orcopampa: 320 Km.

- Utilizando el aeropuerto de Orcopampa, se tiene servicio de avionetas tres veces al mes: Lima – Orcopampa – Arequipa – Lima; (Lima – Orcopampa = 1.5 hrs), (Orcopampa – Arequipa = 20'), (Arequipa – Lima = 1h . 50').

### **Geografía**

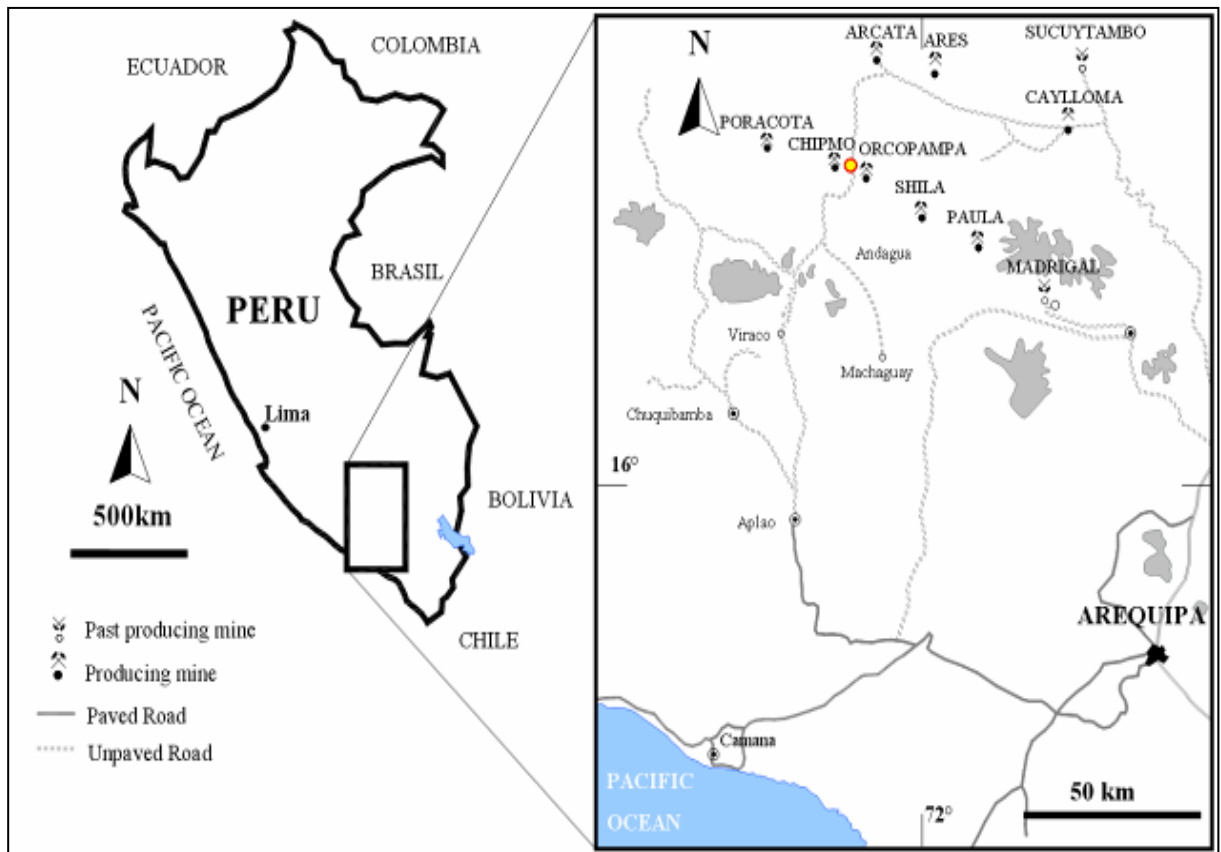
La zona presenta un amplio valle en el cual discurre el río Orcopampa principal colector de las aguas de escorrentia, siendo su principal afluente el rio Chilcaymarca.

Como rasgos fisiográficos interesantes se tiene:

- Una serie de terrazas fluviales, que evidencian un probable antecedente lagunar del valle.
- Una apreciable cantidad de pequeños conos volcánicos de 30 á 350 m. de altura dispuestos a lo largo del valle.
- La altura del pueblo de Orcopampa es de 3,800 m.s.n.m, siendo el clima templado durante el día y frígido en las noches, con fuertes ventiscas a partir de medio día.



**Figura 1: Ubicación y Acceso a la Mina Orcopampa**



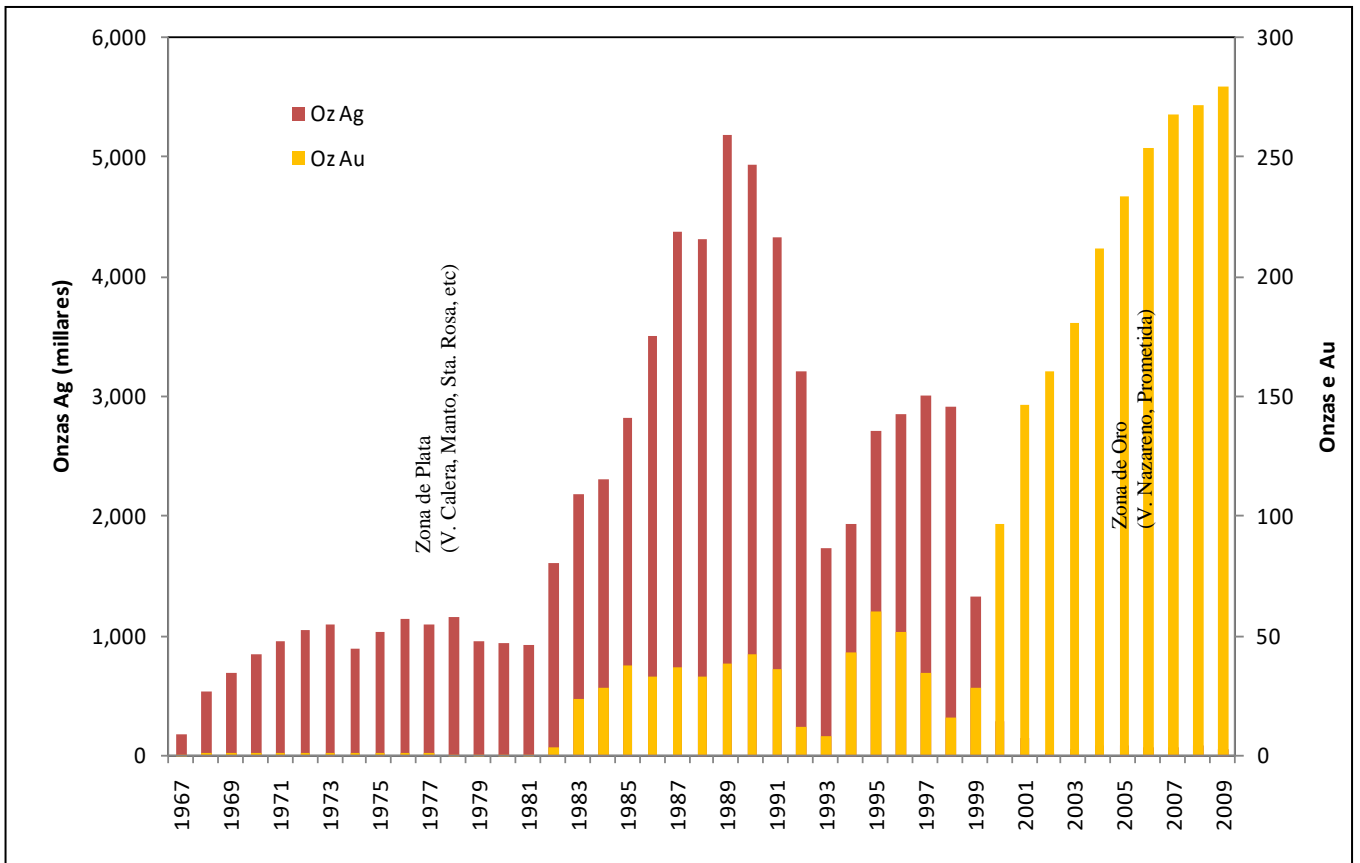
Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

### **Historia**

Orcopampa ha sido reconocido desde la época de la colonia (Tudela 1918), las actividades mineras modernas comenzaron a fines de 1960 por la Compañía de Minas Buenaventura, la cual explotó vetas epitermales del tipo cuarzo-adularia de altos contenidos en plata y zonas de bonanza de oro (Vetas Calera, Manto, Santiago etc) emplazadas principalmente en unidades del Mioceno temprano.

Trabajos de exploración al noroeste de la zona de plata identificaron en el año 1991 en el área de Chipmo la primera veta de oro: Veta Prometida la cual ensayo 31.4g/tm Au para un ancho de 0.50 m. Siete años después y tras un cartografiado geológico y muestreo sistemático de todos los crestos silíceos en el área de Chipmo se descubrió la veta Nazareno. Desde que Cía. de Minas Buenaventura inicio sus operaciones en el distrito de Orcopampa se han producido 70 millones de onzas de plata y 2.7 millones de onzas de oro, de las cuales 2.1 millones de onzas de oro provienen del depósito de Chipmo.

**Figura 2: Producción Histórica en Orcopampa**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## **Geología Regional**

### **a. Rocas Sedimentarias del Mesozoico**

Se observan bien expuestas al Sur de Andagua e inmediaciones de Chapacoco, subyaciendo a volcánicos terciario en marcada discordancia angular (Arenas 1975); se han diferenciado las siguientes formaciones:

#### **Grupo Yura (JK-y)**

Afloramientos de este grupo se observan al sur de la zona Blanca – Aseruta y también expuestos en los alrededores de Chapacoco, en la quebrada Allhuire, al Este del Volcán Anchajollo. Por correlaciones estratigráficas se le asigna una edad Jurásico Superior a Cretácico Inferior- (Caloviano - Neocomiano, Benavides 1962).

#### **Formación Murco (Ki-m)**

Aflora al Sur de Andagua, al Suroeste de Chapacoco, en Chilcaymarca y Panahua cerca de la Mina Santa Rosa. Está compuesto por lutitas abigarradas, areniscas rojo violáceas y lutitas púrpura. Por correlaciones estratigráficas se le asigna una edad Cretáceo Inferior (Neocomiano Superior Aptiano).

### **b. Rocas Volcánicas del Terciario**

Están representadas por el grupo Tacaza y el Tufo Umachulco que se encuentran en discordancia angular sobre las rocas mesozoicas. Se han diferenciado las siguientes unidades:

### **Grupo Tacaza**

Está compuesto por diferentes tufos en posición más ó menos horizontal intercalados con brechas volcánicas, derrames lávicos, rocas sedimentarias - volcánicas continentales lutáceos-tufáceos y conglomerados piroclásticos; localmente en el área de trabajo se ha diferenciado las siguientes unidades: tufo Pisaca, brecha Santa Rosa, tufo Manto, y tufo La Lengua (Noble 1992; Swanson et al., 1998; McKee et al., 1994). El Grupo Tacaza tiene un espesor que sobrepasa los 1 000 metros.

### **Tufo Umachulco**

Aflora al Norte de Umachulco, y en la parte alta de Huancarama está constituida por un tufo de composición dacítica con abundantes fenocristales de andesina con hornblenda y biotita; rellenan las depresiones del Grupo Tacaza y son cubiertos por lavas del volcánico Andagua, pertenecen al Mioceno Superior (Farrar and Noble1976).

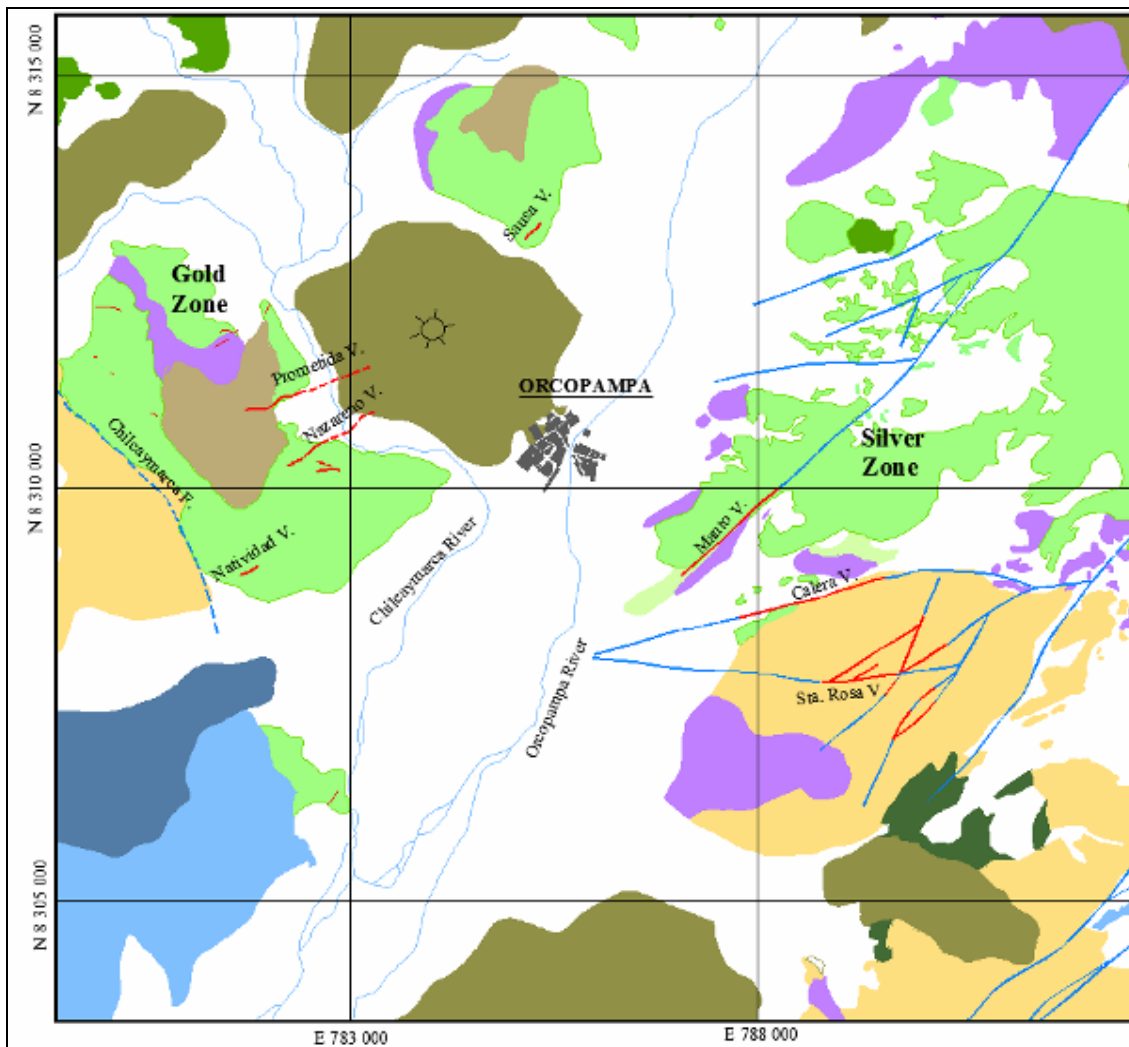
### **c. Volcánicos Cuaternarios**

Consiste en un conjunto de lavas, cenizas y otros materiales provenientes de la emisión de los Volcanicos Andahua. Los Volcanicos Andahua . Están constituidos por andesitas basálticas (lavas más antiguas) y basálticos (recientes).

#### d. Depósitos Cuaternarios

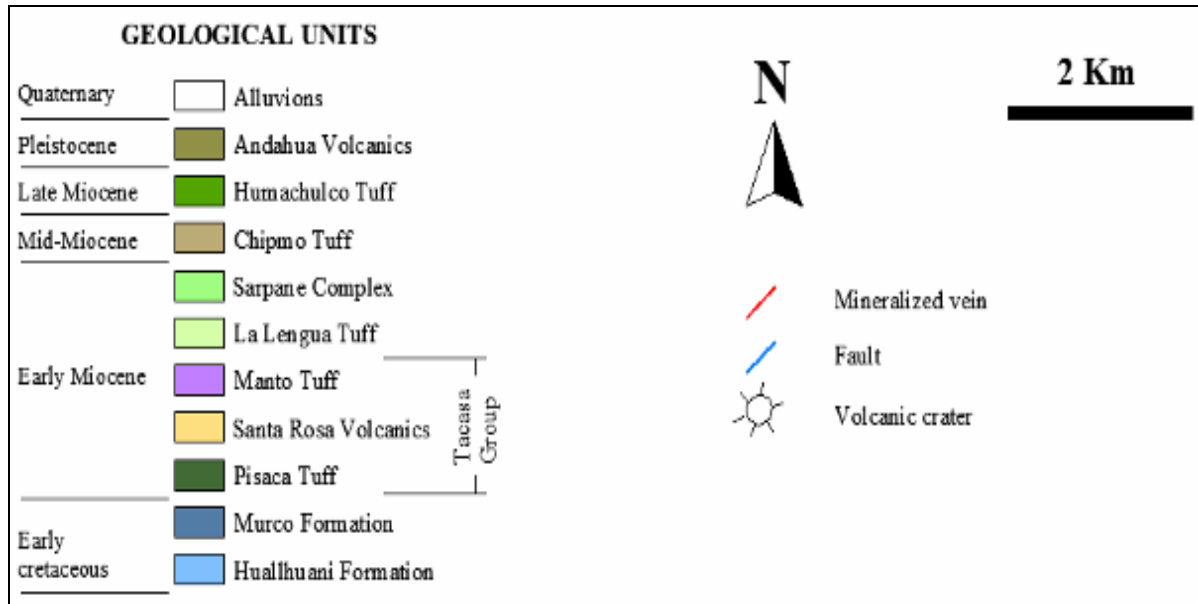
Tanto en la zona del valle como en las quebradas se observan rellenos de conglomerados, arenas, gravas y limos constituidos por elementos provenientes de la denudación reciente de las rocas existentes en el área, estos sedimentos cuaternarios se hallan formando terrazas fluviales, depósitos de piedemonte, etc.

**Figura 3: Plano geológico generalizado del distrito de Orcopampa  
Modificado de Swanson ET.AL (1988)**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

**Figura 4: Unidades Geológicas**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

### **Geología Local**

El área aurífera de Chipmo se encuentra ubicada entre la quebrada Ocoruro y el río Chilcaymarca, a unos 5 Km. al oeste de la histórica zona argentífera de Orcopampa (vetas Calera, Manto, Santiago, etc. La roca hospedante de las principales vetas de oro (Nazareno, Prometida, Natividad) consisten de flujos y domos de composición dacítica, andesítica y cuarzo latita pertenecientes al complejo volcánico Sarpane. Dataciones ( $^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}$ ) de fenocristales de plagioclasas pertenecientes a los domos dacíticos Sarpane del área de Chipmo indican que estos se depositaron entre 19.0 a 19.6 M.A (Noble, 2002).

En el área de Chipmo el complejo de los domos intrusivos Sarpane se encuentra parcialmente sobrepuesto por los tufos riolíticos Chipmo datados en  $14.16 \pm 0.005$  M.A. ( $^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}$ ).

### **Geología Estructural**

La mineralización epitermal en el depósito de Chipmo se localiza en vetas subparalelas de rumbo predominante noreste y con buzamientos preferentes hacia el sur. Dos sistemas de vetas principales han sido identificadas: Sistema Nazareno, que incluye las vetas: Nazareno, Lucy Piso, Prosperidad, Concepción, Ramal 850, Ramal 411, etc. Y el sistema Prometida que incluye las vetas: Prometida, Prometida Ramal 1 y 2, Esperanza y Fabiola.

### **Geología Económica**

La mineralización aurífera del depósito de Chipmo es del tipo epitermal encontrándose dentro de un sistema de vetas subparalelas cementadas por múltiples eventos de cuarzo. La mineralización está caracterizada por un enriquecimiento significativo de oro y telurio.

Los minerales de mena y ganga precipitaron al parecer en respuesta a cambios físico-químicos inducidos por la separación de fases.

### **Paragénesis**

Cuatro principales estadios de mineralización han sido reconocidos en el depósito de Chipmo:

**Estadio I:** Este estadio con sitio de un periodo de intensa silificación de la roca caja, asociado con ensambles argílico avanzados hipógenos (dickita, pirofilita, diáspora).

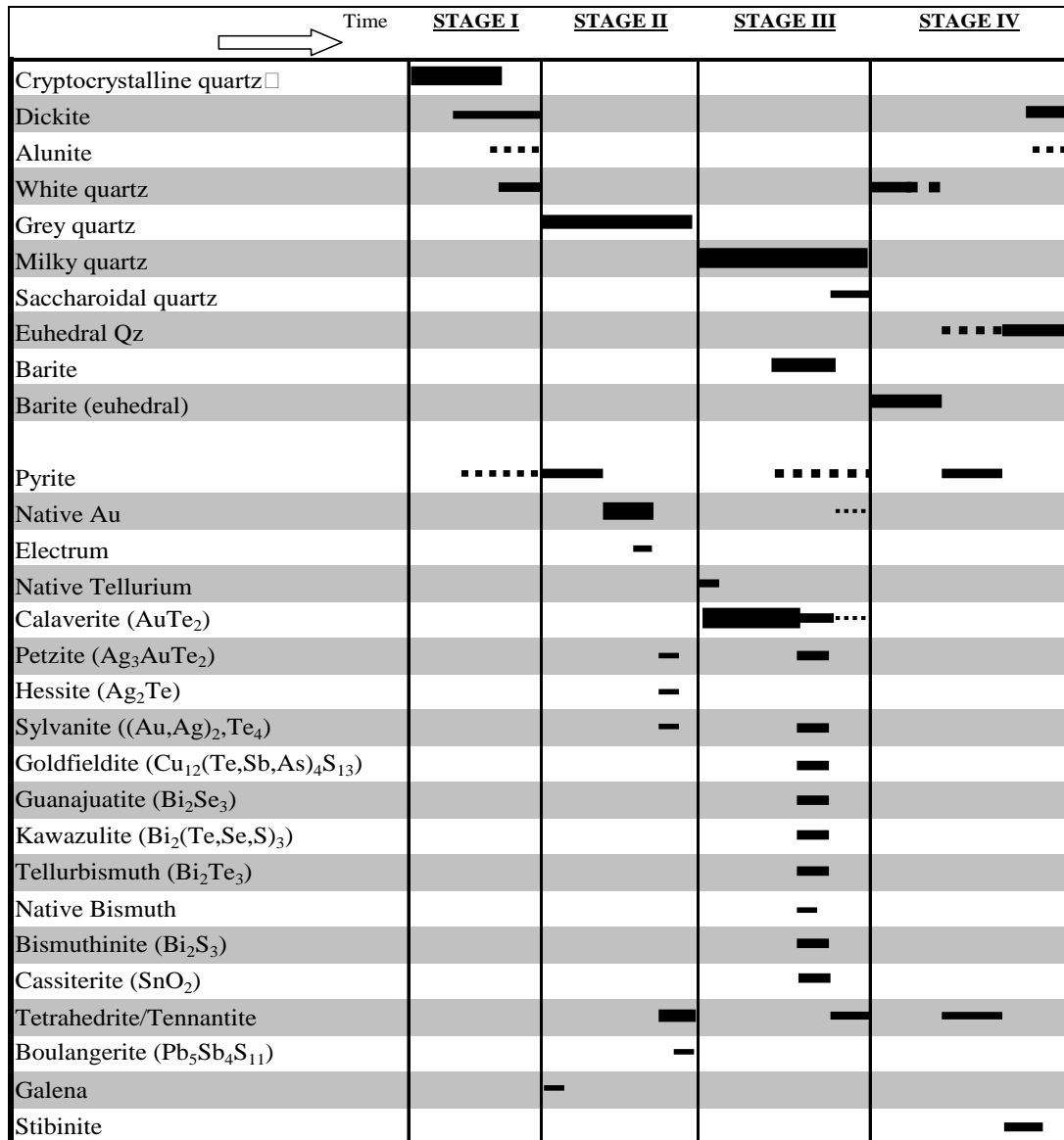
**Estadio II:** Este estadio está caracterizado por la ocurrencia de significativas concentraciones de oro nativo (zonas de bonanza). Los principales minerales metálicos asociados con este estadio son: pirita, oro nativo y minoritariamente telururos de Au-Ag (pelsita, hesita) y sulfosales de Cu (tetraedrita-tenantita). Cuarzo gris microcristalino es el único mineral de ganga identificado en este estadio.

**Estadio III:** Representa una segunda fase de intenso fracturamiento, brechamiento y rebrechamiento de los estadios anteriores. El principal mineral de ganga es el cuarzo lechoso. Minerales de mena son dominados por telururos, principalmente calaverita, sulfoseleniuros de bismuto y minoritariamente sulfosales de Cu (tetrahedrita, enargita y goldfielita)

**Estadio IV:** Este estadio representa una tercera etapa de brechamiento, con relleno de cuarzo blanco estéril, baritina relleno de espacios abiertos y dickita tardía. Los minerales metálicos asociados a este estadio incluye: tetrahedrita, pirita y estibina.



**Figura 5: Secuencia paragenética de minerales de mena y ganga en el depósito de Chipmo. Ancho de la línea indica abundancia relativa**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

### Mineralogía

La mineralización en el depósito de Chipmo está dominada por la ocurrencia de telururos de oro, principalmente calaverita (AuTe<sub>2</sub>) y oro nativo. Sulfosales de cobre y otros telururos de oro-plata y bismuto ocurren en forma subordinada. En

general, la mineralización está caracterizada por presentar altos ratios del Au/Ag (>3) y por contener bajas concentraciones de metales base.

### **Área Nazareno**

MENA: Oro nativo asociado a Teluros (Calaverita, Petzita, Hessita, Krennerita y telurobismutinita), muy esporádica presencia de cobre gris.

GANGA: Ensamble Cuarzo gris y blanco – Baritina – dickita - Caolinita, Pirita

### **Área Prometida**

MENA: Oro nativo asociado a Teluros (Calaverita, Petzita, Nagyagita), presencia restringida de Tetraedrita y tennantita que agregan valores de Plata.

GANGA: Cuarzo varias generaciones ( Cuarzo gris, blanco granular, lechozo), dickita, Caolinita y Alunita minoritariamente.

## **CAPITULO II: CLASIFICACIÓN E INVENTARIO DEL MINERAL EN ORCOPAMPA**

El Inventario de Minerales es la estimación cuantitativa de los tonelajes y leyes de un yacimiento de acuerdo a su valor, certeza y accesibilidad que incluye a los Minerales de interés Económico.

Tiene por objeto definir las Reservas, Recursos y Otros Minerales de un yacimiento, así como su distribución, a fin de planear su explotación o ampliar la escala de producción para un tiempo determinado cuando se trata de Reservas Minerales. La estimación de Recursos Minerales es importante porque con un estudio de Factibilidad pueden convertirse en Reservas y por lo tanto proceder a su explotación. La estimación de Otros Minerales, que no tienen valor económico, es necesario, porque una subida de los precios y el uso de nuevas tecnologías pueden convertirlos en Reservas, por lo tanto estarán sujetos a explotarse o permitir una ampliación.

La importancia radica en que las Reservas Minerales y Recursos Minerales pueden garantizar, además de la vida operativa, un mayor financiamiento para una posible ampliación u optimización de la operación con la inversión en compra de equipos de mina o planta.

## COMPONENTES DEL INVENTARIO DE MINERALES

El Inventario de Minerales está compuesto de Reservas Minerales, Recursos Minerales y Otros Minerales.

En minas en operación el Inventario comúnmente contiene los 3 componentes arriba mencionados.

### 1.- RESERVAS MINERALES

#### 1.1.- Clases de Reservas Minerales según la Certeza

**Reserva Mineral Probado:** Es aquella Reserva cuyo tonelaje, ley, densidad, forma, tamaño y otras características físicas pueden ser estimadas con un Alto Nivel de Confianza. Su estimación se basa en una detallada y confiable información de exploración, muestreo y exámenes obtenida mediante técnicas apropiadas en lugares tales como afloramientos, trincheras, tajos, labores subterráneas y sondajes. Los tonelajes y leyes son estimados en base a los resultados de un detallado muestreo en los cuales las muestras y mediciones están estrecha y sistemáticamente espaciadas, y en donde los caracteres geológicos están tan bien definidos de modo que el tamaño, forma y contenido de las Reservas están bien determinados.

La categoría de Reserva Mineral Probado implica el más alto grado de confianza y certeza en la estimación, con las expectativas consiguientes que se puedan formar los lectores del informe.

En depósitos diseminados la estimación de Reservas Probadas y Probables está basado principalmente en los resultados de los sondajes suficiente y sistemáticamente espaciados. Comúnmente la delimitación de bloques y estimación de Reservas Minerales se hacen usando la geostatística.

El Coeficiente de Certeza para el Mineral Probado es de 100%.

**Reserva Mineral Probable:** Es aquella Reserva cuyo tonelaje, ley, densidad, forma, tamaño y otras características físicas pueden ser estimadas con un razonable nivel de confianza. Su estimación se basa en informaciones de exploración, muestreos y exámenes obtenidos mediante técnicas apropiadas en lugares tales como afloramientos, trincheras, rajos, labores subterráneas y sondajes. Los tonelajes y leyes son estimados en base a los resultados de las muestras que están más espaciadas que en el caso de Reservas Probadas o inapropiadamente espaciadas como para confirmar la continuidad geológica y/o de ley, pero este espaciamiento es suficiente como para asumir dicha continuidad. El grado de confianza y de certeza es lo suficientemente alto para asumir la continuidad, pero el riesgo de discontinuidad es mayor que el del Mineral Probado.

El Coeficiente de Certeza aplicable al tonelaje de la Reserva Mineral Probable es más bajo que el de los Minerales Probados pero lo suficientemente alto para asumir su continuidad. Para los efectos de nuestras estimaciones se consideran entre 90% y 100%, siempre y cuando la altura del bloque sea igual que el del Probado correspondiente; esto depende de la regularidad de la mineralización.

## 1.2.- Clases de Reservas Minerales según el Valor

**Reserva Mineral de Mena:** Es una Reserva Mineral que siempre genera utilidades, cuyo valor excede todo los siguientes gastos:

- a) Costo de Producción (Incluye depreciación y amortización).
- b) Gastos de Venta.
- c) Gastos Administrativos.
- d) Gastos Financieros.
- e) Regalías (si es que la tienen, es el 10% de la suma de a, b, c y d).

Se tiene que definir el Cut-Off para determinar los Bloques de Mena. En los planos, los bloques que conforman el Mineral de Mena se colorean de rojo.

**Reserva Mineral Marginal:** Es el mineral que forma parte de la Reserva, que en el momento de su determinación bordea ser económicamente explotable. Este mineral, por si solo no genera utilidades, pero si ayuda a generarla, al explotarse junto al Mineral de Mena, pues además los gastos de desarrollo, de infraestructura, de servicios, etc., ya son cubiertos por el Mineral de Mena.

Este mineral puede fácilmente convertirse en mineral de mena con mejoras en los parámetros económicos. Cubre el 90% de los Costos de Producción, el 100% de los Gastos de Venta y el 20% de los Gastos Administrativos y Financieros, y también cubre las Regalías correspondientes el cual es el 10% de la suma de a, b, c y d.

El Mineral Marginal se presenta en cuadros aparte, de modo que cuando se planea explotarlo se sepa su tonelaje y ley, con el cual se puede hacer una mezcla adecuada con el Mineral de Mena, debiendo ser el promedio de ley mayor que el Cut-Off de Mena.

Se tiene que estimar el Cut-Off correspondiente. En los planos se le colorea de naranja.

### **1.3.- Clases de Reservas Minerales según la Accesibilidad**

**Reserva Mineral Accesible:** Es aquella Reserva constituida por Bloques Minerales que han sido reconocidos y/o desarrollados por labores subterráneas (galerías, chimeneas, sub-niveles) y/o complementados por sondajes, que generalmente están listos para entrar a la etapa de preparación y su consiguiente explotación económicamente.

**Reserva Mineral Eventualmente Accesible:** Es aquella Reserva que no se encuentra expedita para su inmediata explotación, y está constituida por Bloques Minerales que comúnmente se hallan en la parte inferior del nivel más bajo, alejados de labores de desarrollo, o con acceso truncado por derrumbes, bóvedas vacías, etc., por lo que, requieren la apertura de nuevas labores o de rehabilitación de las existentes antes de iniciar su preparación.

Estos minerales constituyen Reservas pues las inversiones adicionales en desarrollo y/o rehabilitación (costos de desarrollo) para hacerlos accesibles, están cubiertos por el saldo entre el valor de dichos bloques y los costos totales.

## 2.- RECURSOS MINERALES

Un Recurso Mineral es una concentración u ocurrencia de material de interés económico intrínseco dentro de la corteza terrestre en tal forma que por la calidad y cantidad haya “perspectivas razonables de una eventual explotación económica”. La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y de continuidad de un Recurso Mineral son conocidas, estimadas o interpretadas en base a evidencias y conocimientos geológicos específicos.

Los Recursos Minerales se subdividen en orden de confianza geológica decreciente en categorías de Medido, Indicado e Inferido. Estas categorías sólo indican la certeza.

No deben incluirse en un Recurso Mineral las porciones de un yacimiento que no tienen perspectivas razonables de una eventual explotación económica.

El término Recurso Mineral abarca la mineralización identificada y estimada mediante exploración y muestreo.

En otras palabras, un Recurso Mineral no es un inventario de toda la mineralización perforada o muestreada. En un inventario realista del yacimiento mineral que, bajo condiciones técnicas y económicas asumidas y justificables, podría, total o parcialmente, llegar a ser económicamente explotable, en cuyo caso se le asume valores de Mena y/o Marginal.

Se les clasifica como sigue:

**Recurso Mineral Medido:** Es aquella parte de un Recurso Mineral cuyo tonelaje, ley, densidad, forma, tamaño y otras características físicas pueden ser estimados



con un alto nivel de confianza. Se basa en una detallada y confiable información de exploración y muestreo obtenidos por medio de técnicas apropiadas en lugares como afloramientos, trincheras, rajos, labores y sondajes. Los lugares de la toma de información (muestreo mediciones y otros), están suficientemente cercanos como para confirmar una continuidad geológica y de ley.

El nivel de confianza geológica y el grado de certeza del Recurso Mineral Medido es similar al requerido para la determinación de Reserva Mineral Probado.

**Recurso Mineral Indicado:** Es aquella parte de un Recurso Mineral cuyo tonelaje, ley, densidad, forma, tamaño y otras características geológicas pueden ser estimadas con un razonable nivel de confianza. Su estimación se basa en información de exploración y muestreo obtenidos mediante técnicas apropiadas en lugares tales como afloramientos, trincheras, tajos, labores y sondajes. Los lugares de la toma de información (muestreo, mediciones y otros) están tan espaciados o inapropiadamente espaciadas como para confirmar una continuidad geológica y de ley, pero este espaciamiento es suficiente como para asumir dicha continuidad. El grado de confianza es suficientemente alto como para asumir la continuidad.

El nivel de confianza geológica y el grado de certeza del Recurso Mineral Indicado es similar al requerido para determinar una Reserva Mineral Probable. Si se eliminan las incertidumbres en los factores modificantes un Recurso Mineral Indicado puede convertirse en Reserva Mineral Probable. El Coeficiente de Certeza de este mineral es entre 90% y 100%.

**Recurso Mineral Inferido (Prospectivo o Posible):** Es aquella parte de un Recurso Mineral cuyo tonelaje y ley puede ser estimado con un bajo nivel de confianza. Es estimado e inferido a partir de evidencias geológicas, y la continuidad geológica y la ley es asumida pero no verificada. Está basado en la información obtenida, por medio de apropiadas técnicas, de afloramientos, trincheras, rajos, labores y sondajes que pueden ser limitados o de calidad y confianza inciertas.

La categoría de Inferido tiene la intención de informar situaciones donde una concentración y ocurrencia de mineral ha sido identificado, y se ha completado limitadas mediciones y muestreos, pero donde los datos son insuficientes para permitir la continuidad geológica y/o de ley, sea interpretado confiablemente.

La estimación de este Recurso se basa también en la continuidad asumida o de repetición de evidencias geológicas favorables que a continuación se dan:

- a) Diagramas de Curvas de Isovalores
- b) Aislados sondajes
- c) Áreas de influencia de Recursos Indicados o de Reservas Probables
- d) Indicios de buena valorización en afloramientos con muestreos muy espaciados en trincheras, labores, rajos, etc.

### 3.- OTROS MINERALES

Estos Otros Minerales no se consideran como Reservas Minerales ni como Recursos Minerales.

**Mineral Potencial:** Es aquella parte de un Yacimiento Mineral cuyo tonelaje y ley puede ser estimado con bastante bajo nivel de confianza menor que el del Recurso Mineral Inferido. Su estimación se basa mayormente en el conocimiento geológico del yacimiento, es decir muchas veces no depende de la exposición directa de la mineralización económica, sino de indicaciones indirectas tales como: 1) Presencia de Recurso Mineral Inferido en cuya extensión puede dimensionarse, 2) Curvas de Isovalores y/o rangos verticales de mineralización que se extiendan fuera del Recurso Inferido, 3) Controles Litoestructurales, 4) Anomalías geofísicas y/o geoquímicas que se correlacionan bien con la geología superficial, 5) Relación con minas vecinas o estructuras cercanas mineralizadas desarrolladas, etc.

Este mineral no constituye ni Reservas ni Recursos y sus bloques tendrán un achurado de líneas verticales con el color correspondiente a Mena o Marginal, según el caso. Si bien este mineral no constituye ni Reservas ni Recursos, su presencia indica la magnitud y posible vida operativa de un yacimiento.

No hay Mineral Potencial con valores de Submarginal ni de Baja Ley.

**Mineral Inaccesible:** Es aquel mineral cuya ubicación en el espacio es similar a lo indicado para el Mineral Eventualmente Accesible, pero que la ejecución de las

labores o rehabilitaciones para hacerlos Accesibles es evidentemente muy costosa, tal es el caso de bloques aislados, bloques que en conjunto son de poco tonelaje, o los ubicados debajo de una laguna, o los situados en zonas cuya explotación afectará a instalaciones cercanas a piques, etc.

En éstas el costo/tcs de inversión necesaria para hacerles Accesibles no es cubierto por el saldo entre valor del o de los bloques Inaccesibles/Tcs y Cut-Off correspondiente.

Este mineral no constituye Reserva Mineral, aunque su valor sea de Mena o Marginal; pero puede ser considerado un Recurso Mineral si el tonelaje es considerable (con bloques no aislados), porque una subida de precios o bajada de costos podría hacer económico su explotación, en cuyo caso se convertiría en Reserva Mineral. Además puede haber Bloques Submarginales y de Baja Ley Inaccesibles, los cuales no constituyen ni Reservas ni Recursos Minerales. En los planos no se les colorea.

**INVENTARIO DE RESERVAS DE MINERAL EN ORCOPAMPA**  
**AL 01-01-2010**

**Cuadro 1: Mineral de Reservas**

<b>(A) Por Valor</b>	<b>T.C.S</b>	<b>OzAg</b>	<b>OzAu</b>	<b>Ancho</b>
Mena	651,640	0.3	0.768	3.52
Marginal	409,330	0.2	0.367	2.89
<b>TOTAL DE RESERVAS</b>	<b>1'060,970</b>	<b>0.3</b>	<b>0.614</b>	<b>3.28</b>
<b>(B) Por Certeza</b>	<b>T.C.S</b>	<b>OzAg</b>	<b>OzAu</b>	<b>Ancho</b>
Probado	681,485	0.3	0.647	3.36
Probable	379,485	0.2	0.553	3.13
<b>TOTAL DE RESERVAS</b>	<b>1'060,970</b>	<b>0.3</b>	<b>0.614</b>	<b>3.28</b>
<b>(C) Por Accesibilidad</b>	<b>T.C.S</b>	<b>OzAg</b>	<b>OzAu</b>	<b>Ancho</b>
Accesible	366,675	0.3	0.643	3.27
Ev. Accesible	694,295	0.2	0.598	3.28
<b>TOTAL DE RESERVAS</b>	<b>1'060,970</b>	<b>0.3</b>	<b>0.614</b>	<b>3.28</b>
<b>(D) Recursos Minerales</b>	<b>T.C.S</b>	<b>OzAg</b>	<b>OzAu</b>	<b>Ancho</b>
Inferido	1'162,985	0.4	0.584	3.02
<b>TOTAL INFERIDO</b>	<b>1'162,985</b>	<b>0.4</b>	<b>0.584</b>	<b>3.02</b>

**Cuadro 2: Otros Minerales**

<b>(A) Por Valor</b>	<b>T.C.S</b>	<b>OzAg</b>	<b>OzAu</b>	<b>Ancho</b>
Mineral Submarginal	268,370	0.1	0.299	2.54
Mineral Baja Ley	438,760	0.1	0.141	2.19
<b>(B) Por Certeza</b>	<b>T.C.S</b>	<b>OzAg</b>	<b>OzAu</b>	<b>Ancho</b>
Submarginal Probado	179,440	0.2	0.298	2.53
Submarginal Probable	88,930	0.1	0.300	2.57
<b>TOTAL SUBMARGINAL</b>	<b>268,370</b>	<b>0.2</b>	<b>0.299</b>	<b>2.54</b>
Baja Ley Probado	276,580	0.1	0.141	2.18
Baja Ley Probable	162,180	0.1	0.142	2.21
<b>TOTAL BAJA LEY</b>	<b>438,760</b>	<b>0.1</b>	<b>0.141</b>	<b>2.19</b>
Mena Potencial	542,735	0.6	0.534	3.58
Marginal Potencial	100,665	0.2	0.370	2.08
<b>TOTAL MINERAL POTENCIAL</b>	<b>643,400</b>	<b>0.5</b>	<b>0.509</b>	<b>3.34</b>
<b>(C) Por Accesibilidad</b>	<b>T.C.S</b>	<b>OzAg</b>	<b>OzAu</b>	<b>Ancho</b>
Submarginal Accesible	69,785	0.1	0.298	2.39
Submarginal Ev. Accesible	198,585	0.2	0.299	2.60
<b>TOTAL SUBMARGINAL</b>	<b>268,370</b>	<b>0.2</b>	<b>0.299</b>	<b>2.55</b>
Baja Ley Accesible	157,930	0.1	0.136	2.16
Baja Ley Ev. Accesible	280,830	0.2	0.145	2.21
<b>TOTAL BAJA LEY</b>	<b>438,760</b>	<b>0.2</b>	<b>0.141</b>	<b>2.19</b>
Mineral Inaccesible	28,265	0.3	0.536	2.99
<b>TOTAL MINERAL INACCESIBLE</b>	<b>28,265</b>	<b>0.3</b>	<b>0.536</b>	<b>2.99</b>

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

En el área de Nazareno se ejecutaron 5,599.41m en labores de exploración y desarrollo, lográndose cubicar 131,720T.C.S de mineral nuevo con una ley promedio de 0.545OzAu; lográndose así alcanzar un ratio de cubicación de 24 T.C.S/m. Mientras que en el área de Prometida se ejecutaron 3,448.19m en labores de exploración y desarrollo, con lo que se logro cubicar 121,150 T.C.S de mineral nuevo con una ley promedio de 0.432OzAu. El ratio de cubicación alcanzado en el aérea de Prometida fue de 35 T.C.S/m.

En general se logro cubicar 252,870 T.C.S de mineral nuevo con una ley promedio de 0.491OzAu, alcanzándose un ratio de cubicación de 28 T.C.S/m.

## **PRINCIPALES VETAS**

### **1.- VETA NAZARENO**

#### **Notas Geológicas**

Esta estructura ha sido desarrollada en los niveles 3910, 3860, 3830, 3740, 3690, 3640, 3590, 3540, 3490 y 3440. Actualmente viene siendo explorada en los niveles 3390, 3340, 3290 y 3230.

En superficie la veta Nazareno aflora unos 150m. Su extensión este se encuentra parcialmente erosionado por el rio Chilcaymarca, mientras que su extensión oeste se encuentra cubierta por el tufo Chipmo. Labores mineras y sondajes de perforación diamantina han reconocido esta estructura por más de 1.5km en la horizontal y 0.8km en la vertical, quedando el sistema aun abierto tanto en la vertical como horizontalmente.

Hasta la fecha, tres clavos con mineralización económica han sido reconocidos en la veta Nazareno. El principal mineral de mena es la calaverita y oro nativo, sulfosales de cobre y otros telururos ocurren en forma subordinada. El cuarzo (diferentes generaciones) es el principal mineral de ganga. Barita y dickita ocurren en forma subordinada. Generalmente la veta Nazareno se presenta como una estructura mostrando múltiples estadios de brechamiento, texturas de reemplazamiento son comunes en esta estructura.

### **Otras observaciones**

- El clavo Central de la Veta Nazareno se explorará en los niveles 3290 y 3230. Adicionalmente, se explorará el plunge del clavo central por debajo de la cota 3200.
- La Zona Oeste de la Veta Nazareno se explorará en los niveles 3340 y 3290 mediante galerías. Adicionalmente, se explorará el plunge del clavo Oeste mediante perforación diamantina.
- El clavo Este de esta estructura se explorará en los niveles 3390 y 3340.

## **2.- VETA LUCY PISO**

### **Notas Geológicas**

Esta estructura fué reconocida originalmente en superficie como un crestón de no más de 200m de longitud, el mismo que presentaba una moderada silicificación y esporádicas venillas de cuarzo calcedónico con bajas leyes de oro. La mineralización económica de esta estructura se evidencio con tres sondajes

diamantinos realizados desde el nivel 3740 y posteriormente explorada en los siguientes niveles: 3640, 3590, 3540, 3490 3440 y 3390.

Solo un clavo mineralizado de alta ley de oro a sido reconocido en esta estructura hasta el momento, el mismo que ocurre en una zona de intenso fracturamiento con abundante venilleno de cuarzo y zonas de brecha, la cuales comúnmente muestran estadios de múltiple brechamiento.

La abundancia de relleno de cuarzo decrece abruptamente por encima del nivel 3640 pasando solo como una zona de falla con relleno de panizo.

#### **Otras observaciones**

- Se programará una campaña de sondajes diamantinos desde superficie con la finalidad de explorar esta estructura por encima del nivel 3740.

### **3.- VETA PROSPERIDAD**

#### **Notas Geológicas**

Esta estructura no presenta afloramiento. Ha sido reconocida en los niveles 3640, 3590, 3540, 3490, 3440 y 3390. Al igual que la veta Lucy Piso, esta estructura se angosta y pasa como falla por encima del nivel 3640. Esta estructura presenta un clavo mineralizado el cual se extiende por 60m en la horizontal y verticalmente se extiende por más de 300m. Al parecer es una estructura tensional entre la veta Nazareno y Lucy Piso. Tiene un rumbo promedio de N65°E y buzamiento 80°S.



En general esta estructura se presenta como una estructura brechada, con una matriz de cuarzo de múltiples generaciones. El oro se presenta mayoritariamente como teleruros de oro, principalmente calaverita.

#### **Otras observaciones**

- Esta estructura se explorara en el nivel 3340. Adicionalmente, se ejecutaran sondajes diamantinos por debajo de este nivel.

#### **4.- VETA FABIOLA**

##### **Notas Geológicas**

Esta es una nueva estructura identificada inicialmente con cuatro sondajes diamantinos, los mismos que registraron una estructura con relleno de cuarzo lechoso y cuarzo, puntos de oro nativo, sulfosales de cobre y teleruros (altos valores geoquímicos en telurio). Esta estructura se ubica 20m al sur de la veta Esperanza-Raluca y al parecer forma un sigmoide con esta.

Esta veta se viene explorando en los niveles 3390 y 3340.

#### **Otras observaciones**

- Se continuará las exploraciones en los niveles 3390 y 3340. Adicionalmente, a partir de segundo semestre se tiene planificado explorar esta veta en el nivel 3290.

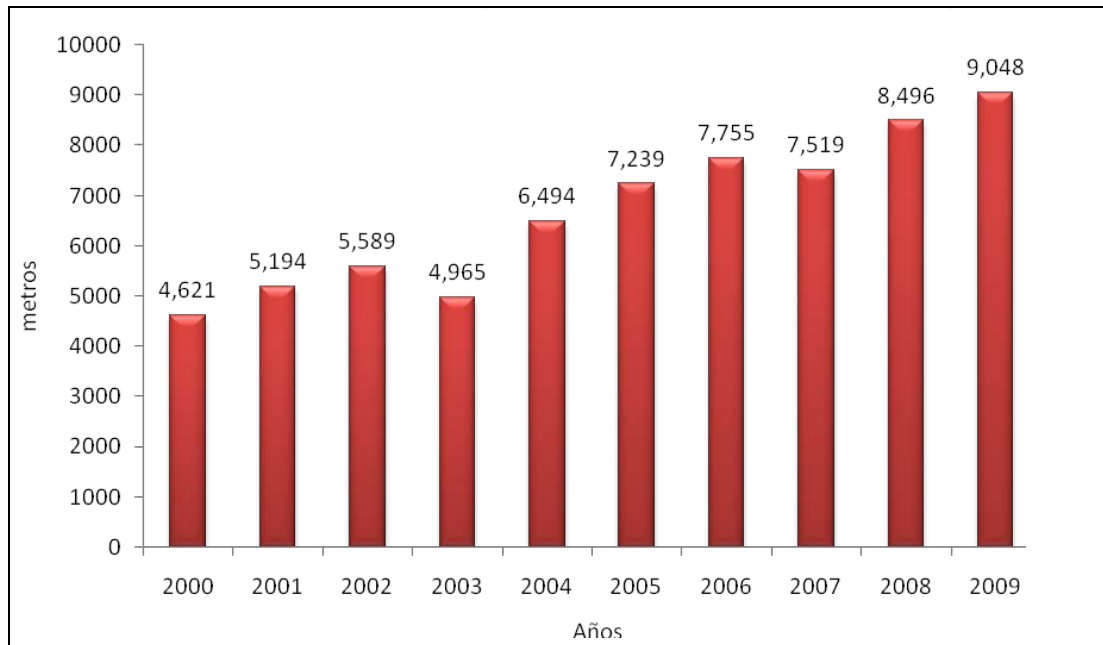
**Figura 6: Veta Fabiola – Nivel 3340**



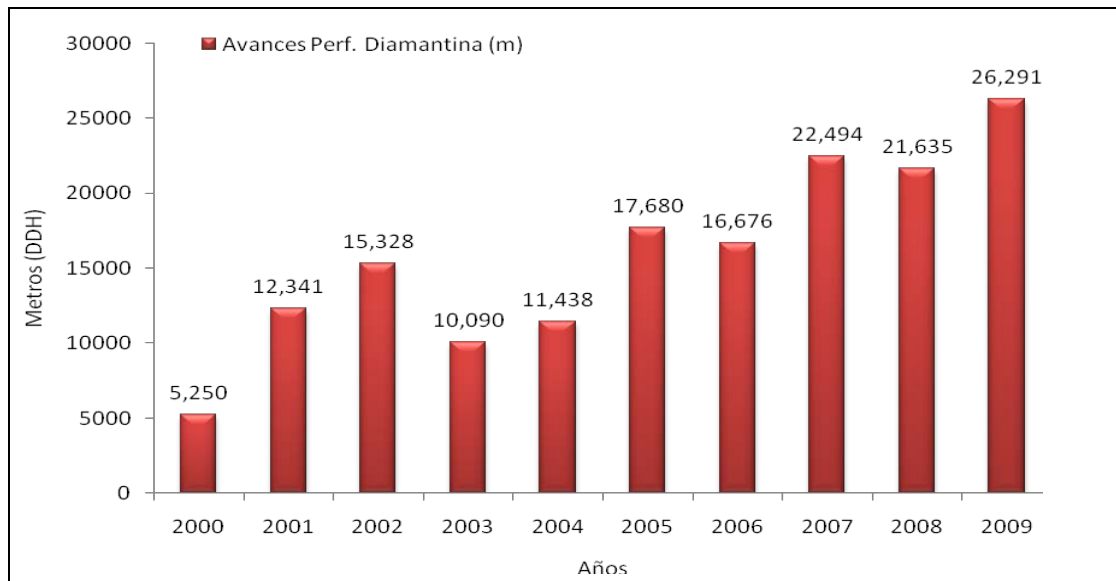
Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

**EXPLORACIONES, DESARROLLOS Y PERFORACIÓN  
DIAMANTINA**

**Figura 7: Histórico de Avances en Exploración y Desarrollo en la Mina Chipmo**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

**Figura 8: Histórico de Avances en Perforación Diamantina en la Mina Chipmo**

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## GANANCIAS DE MINERAL EN ORCOPAMPA

### Ganancia de Reservas 2009 vs 2010

- a) Reservas al 01-01-2009            1'319,600 TCS
- b) Reservas al 01-01-2010        1'060,970 TCS
- c) Mineral Tratado Planta 2009    484,616 TCS

### Calculo de la Ganancia Neta de Reservas 2009

**G.N.** = Mineral Tratado Planta 2009 + Reservas al 01-01-2010 – Reservas al 01-01-2009

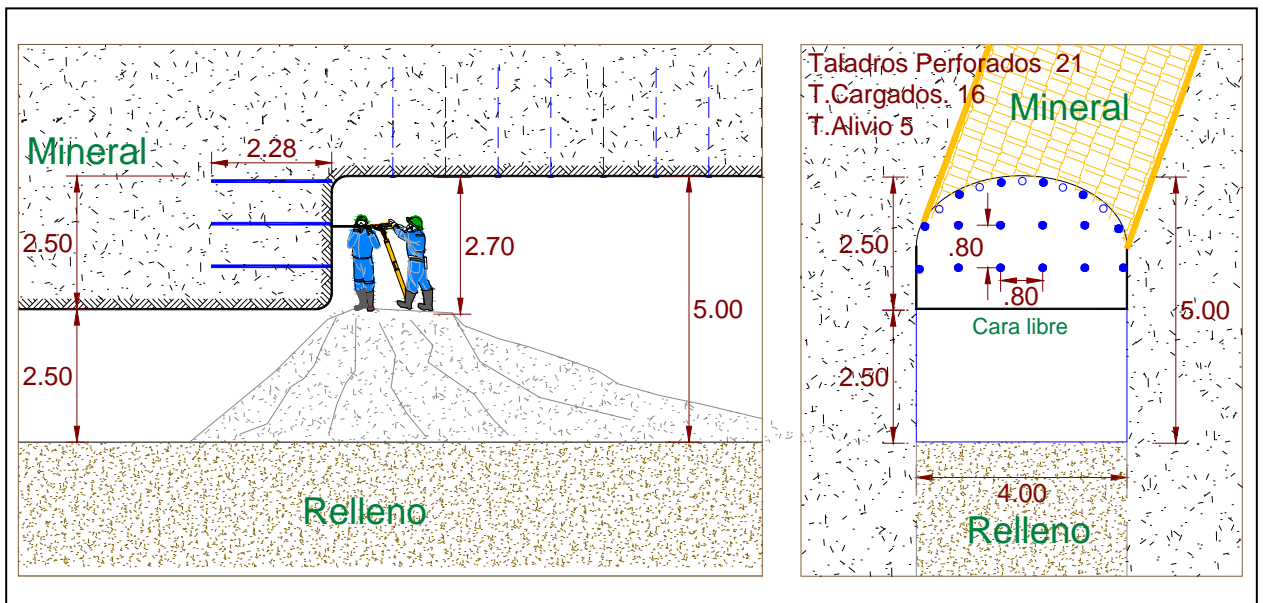
**G.N.** = 484,616 TCS + 1'060,970 TCS – 1'319,600 TCS

**G.N.** = 225,986 TCS

## CAPÍTULO III: SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN EN ORCOPAMPA

### 1.- EXPLOTACIÓN CONVENCIONAL (JACKLEG)

**Figura 9: Perforación con Jackleg**



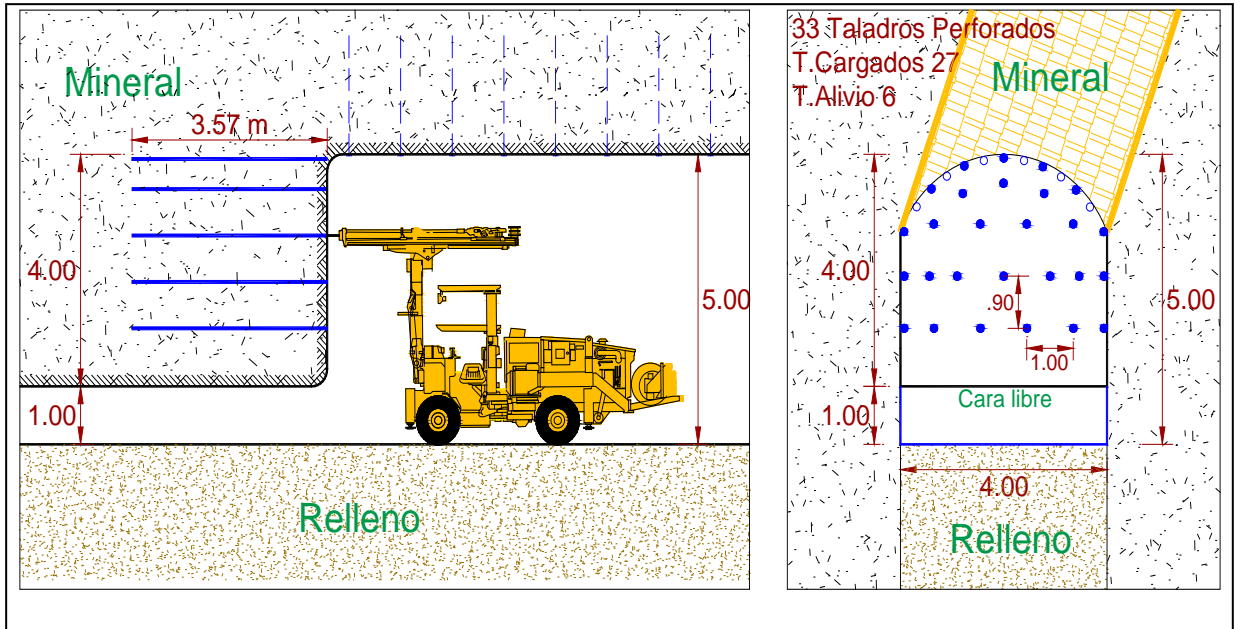
**Cuadro 3: Data Explotación Convencional en Orcopampa**

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	SITUACIÓN ACTUAL
Ancho	m	4.0
Altura	m	2.5
Burden	m	0.7
Espaciamiento	m	0.8
Nº taladros / Breasting	Tal	24
Tiempo de perforación / taladro de 8 pies	Minutos	3.3
Nº de taladros / hora	tal / hora	18
<b>Tiempo total de perforación en breasting</b>	<b>Horas:minutos</b>	<b>01:19</b>
Tonelaje por disparo	T.C.S.	86.4
Capacidad de Scoop	Yd3	2.2
Toneladas por viaje	T.C.S.	2.61
Nº de cucharas	EA	33
<b>Tiempo total de limpieza</b>	<b>Horas:minutos</b>	<b>01:33</b>

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## 2.- EXPLOTACIÓN MECANIZADA (JUMBO)

Figura 10: Perforación con Jumbo



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

Cuadro 4: Data Explotación Mecanizada en Orcopampa

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	SITUACIÓN ACTUAL
Ancho	m	7.0
Altura	m	4.0
Burden	m	0.9
Espaciamiento	m	1.0
Nº taladros / Breasting	Tal	40
Tiempo de perforación / taladro de 12 pies	Minutos	3.4
Nº de taladros / hora	tal / hora	18
<b>Tiempo total de perforación en breasting</b>	<b>Horas:minutos</b>	<b>02:16</b>
Tonelaje por disparo	T.C.S.	241.9
Capacidad de Scoop	Yd3	3.5
Toneladas por viaje	T.C.S.	4.15
Nº de cucharas	EA	58
<b>Tiempo total de limpieza</b>	<b>Horas:minutos</b>	<b>02:44</b>

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

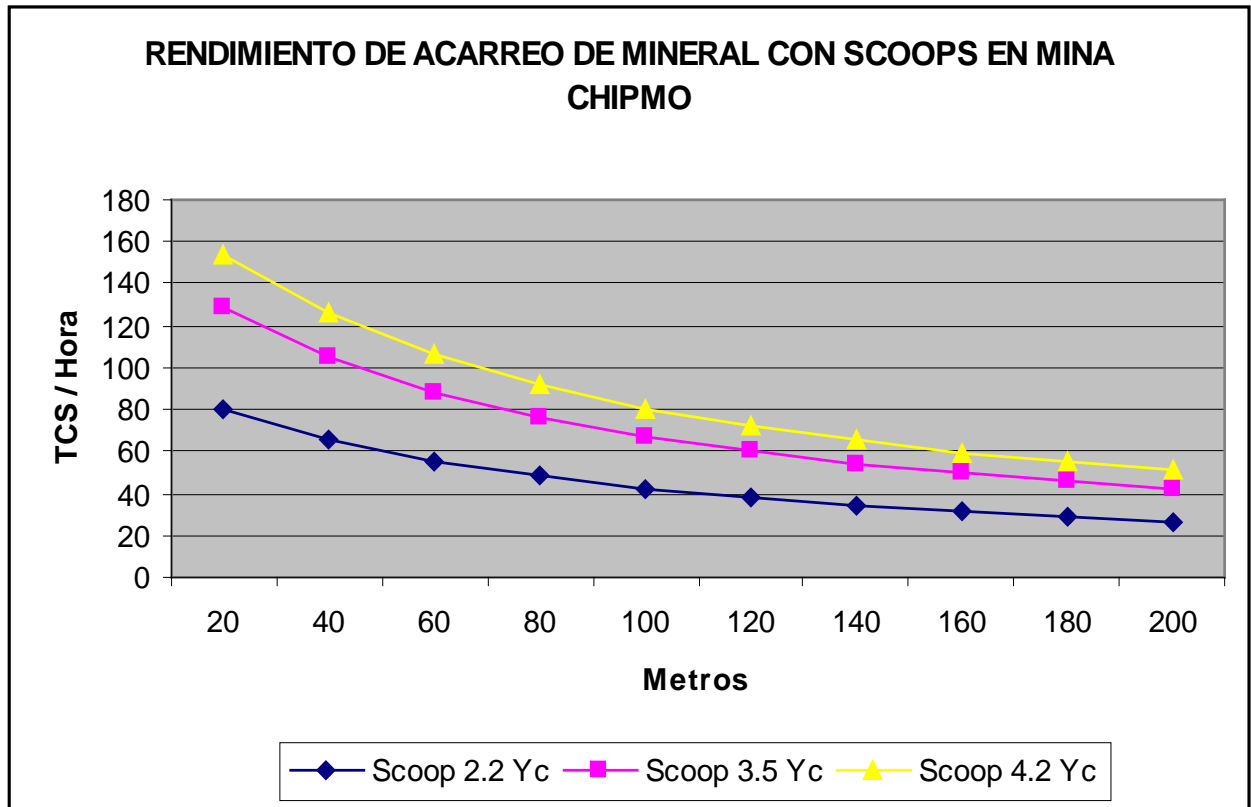
## RENDIMIENTO DE ACARREO DE MINERAL CON SCOOPS EN MINA CHIPMO

**Cuadro 5: Tiempos de acarreo con Scoops en Orcopampa**

DESCRIPCIÓN		UND	DISTANCIA ( m )										
			20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	
TIEMPO DE CARGA		min	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
TIEMPO DE DESCARGA		min	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
TIEMPO DE IDA		min	0.24	0.48	0.72	0.96	1.20	1.44	1.68	1.92	2.16	2.40	
TIEMPO DE VUELTA		min	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	
<b>TIEMPO TOTAL DEL CICLO</b>		<b>min</b>	<b>1.94</b>	<b>2.38</b>	<b>2.82</b>	<b>3.26</b>	<b>3.70</b>	<b>4.14</b>	<b>4.58</b>	<b>5.02</b>	<b>5.46</b>	<b>5.90</b>	
		<b>Hr</b>	<b>0.03</b>	<b>0.04</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0.06</b>	<b>0.07</b>	<b>0.08</b>	<b>0.08</b>	<b>0.09</b>	<b>0.10</b>	
Scoop 2.2 Yc	2.61 Tcs / Cuchara	Tcs / Hora	81	66	56	48	42	38	34	31	29	27	
Scoop 3.5 Yc	4.15 Tcs / Cuchara	Tcs / Hora	128	105	88	76	67	60	54	50	46	42	
Scoop 4.2 Yc	4.98 Tcs / Cuchara	Tcs / Hora	154	126	106	92	81	72	65	60	55	51	

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

**Figura 11: Gráfico comparativo de Scoops**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

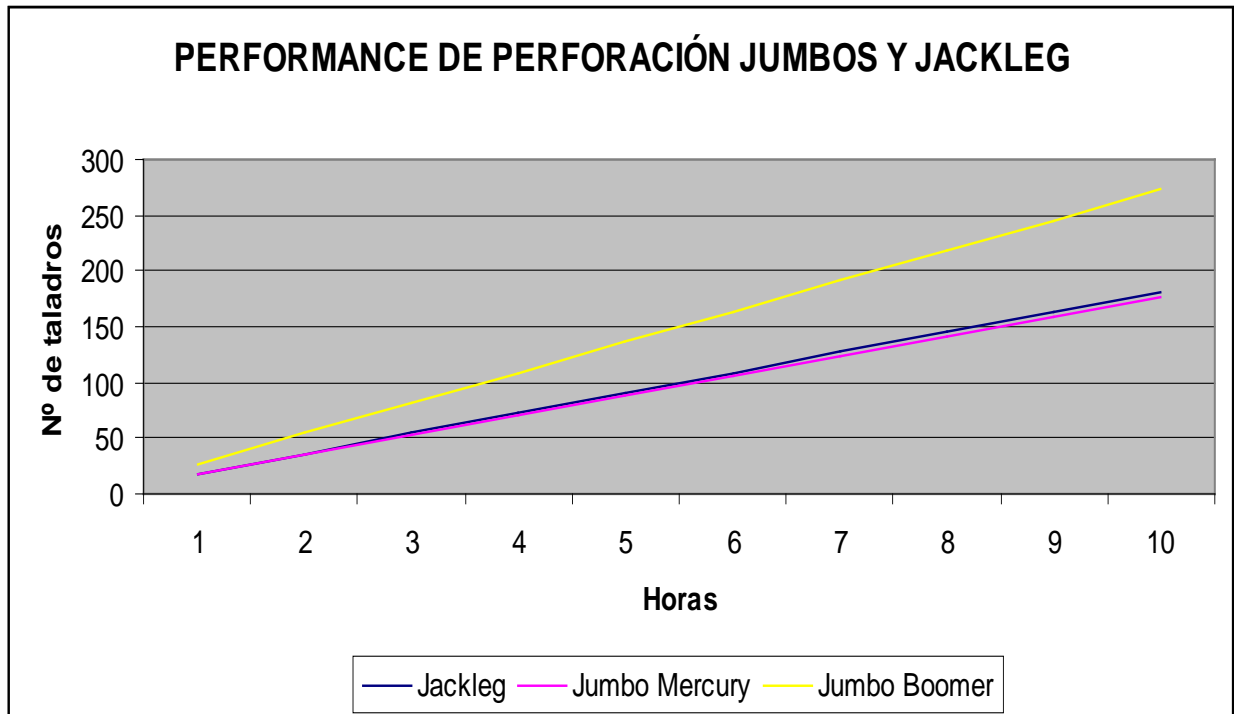
## RENDIMIENTO DE PERFORACIÓN JACKLEG VS JUMBO

**Cuadro 6: Tiempos de perforación en Orcopampa**

DESCRIPCIÓN			HORAS										
EQUIPO	min / tal	m / min		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jackleg	3.3	0.7	Nº taladros	18	36	55	73	91	109	127	145	164	182
			metros perforados	41	83	124	166	207	249	290	332	373	415
Jumbo Mercury	3.4	1.0	Nº taladros	18	35	53	71	88	106	124	141	159	176
			metros perforados	60	121	181	241	302	362	422	483	543	604
Jumbo Boomer	2.2	1.8	Nº taladros	27	55	82	109	136	164	191	218	245	273
			metros perforados	109	218	326	435	544	653	762	871	979	1088

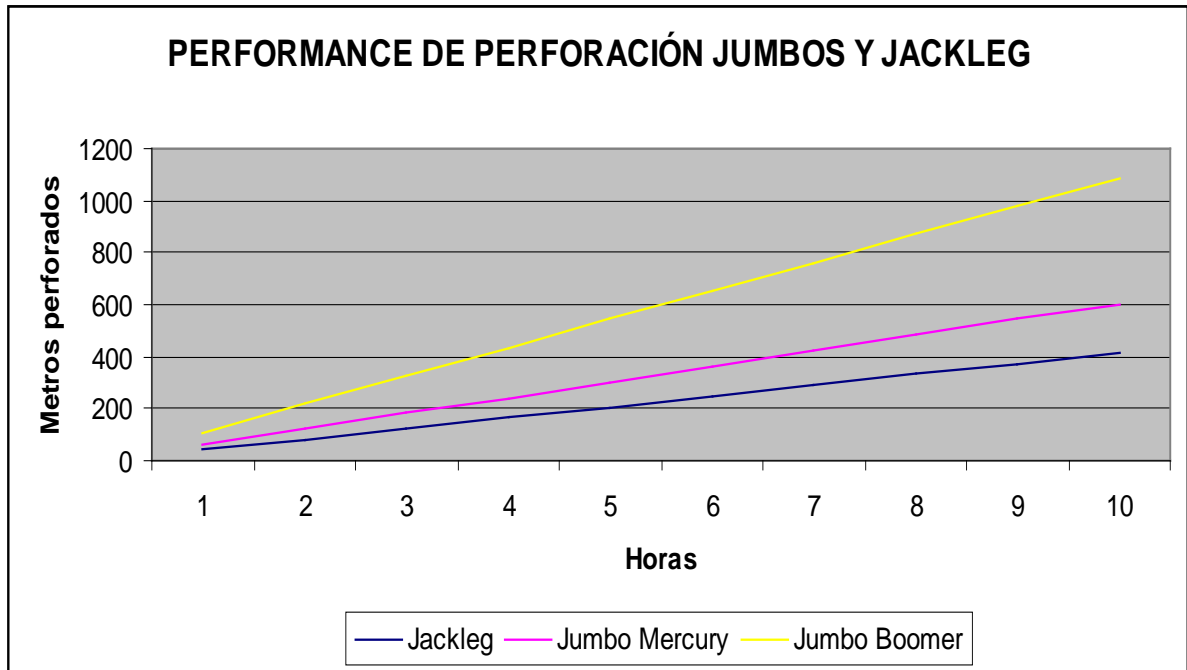
Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

**Figura 12: Rendimiento comparativo de Perforadoras Mecanizadas y Convencionales (Nº de taladros)**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

**Figura 13: Rendimiento comparativo de Perforadoras Mecanizadas y Convencionales  
(Metros perforados)**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa



**COMPARACIÓN DE TIEMPOS  
SISTEMA CONVENCIONAL Y MECANIZADO**

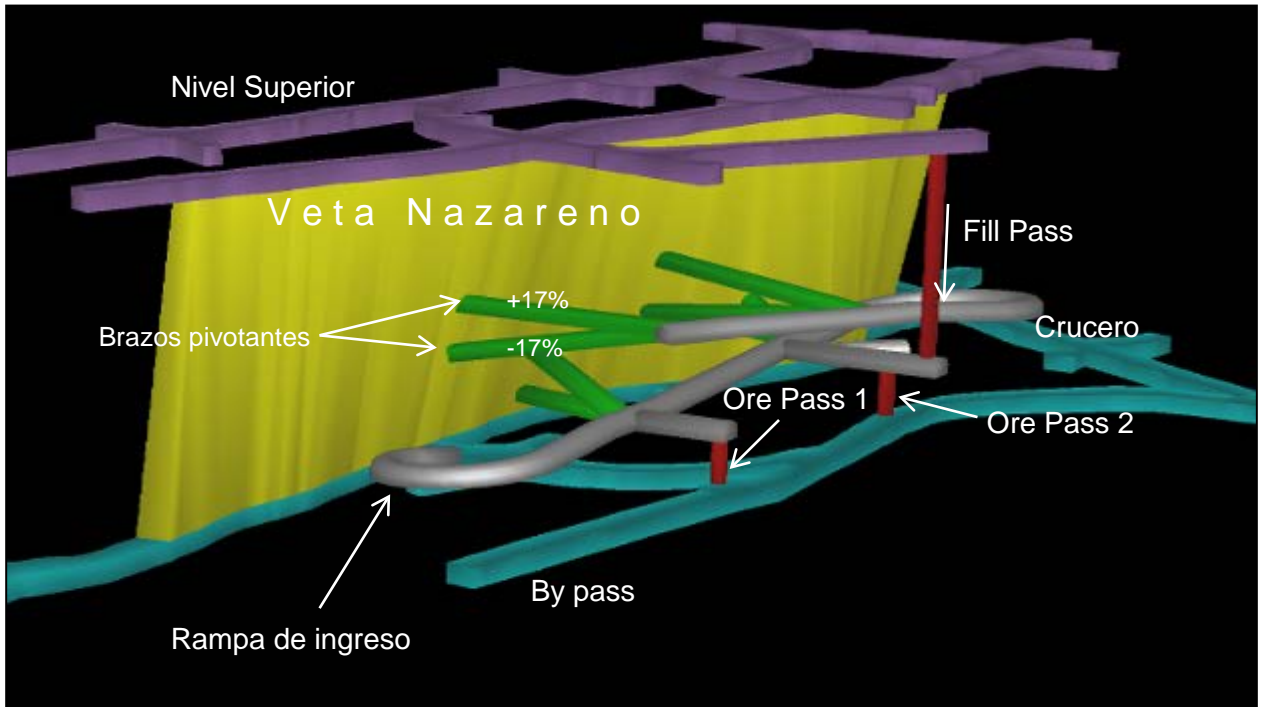
**Cuadro 7: Ciclos con el Sistema Convencional y Mecanizado en Orcopampa**

DESCRIPCIÓN	UND	JACKLEG	JUMBO	
<b>Regado y Desatado de Rocas</b>	<b>h:m</b>	<b>00:47</b>	<b>00:50</b>	
Ancho	m	4	7	
Altura	m	2.5	4	
Área	m <sup>2</sup>	10	28	
Burden	m	0.7	0.9	
Espaciamiento	m	0.8	1.0	
Tiempo de Perforación / taladro (12 pies)	min	3.3	3.4	
Nº de Taladros	Ea	24	40	
<b>Tiempo de Perforación</b>	<b>h:m</b>	<b>01:19</b>	<b>02:16</b>	
Instalación 01 malla + 05 split sets (7 pies)	h:m	00:25	00:25	
Nº de mallas	Ea	6	12	
<b>Tiempo de Sostenimiento</b>	<b>h:m</b>	<b>02:30</b>	<b>02:30</b>	Dos máquinas
Capacidad del Scoop	Yc	2.2	3.5	
Tn / Viaje	Tn	2.61	4.15	
Tonelaje a limpiar	Tn	86.4	241.9	
Nº de cucharas	Ea	33	58	
Ciclo ( 60 m )	min	2.82	2.82	
<b>Tiempo de Limpieza de mineral + Relleno</b>	<b>h:m</b>	<b>01:33</b>	<b>02:44</b>	
<b>Carguío de Frentes</b>	<b>h:m</b>	<b>00:40</b>	<b>00:46</b>	
<b>Amarre y Chispeo</b>	<b>h:m</b>	<b>00:10</b>	<b>00:10</b>	
<b>TOTAL DEL CICLO</b>	<b>h:m</b>	<b>06:59</b>	<b>09:16</b>	
<b>Producción</b>	<b>Tcs</b>	<b>86.4</b>	<b>241.9</b>	

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

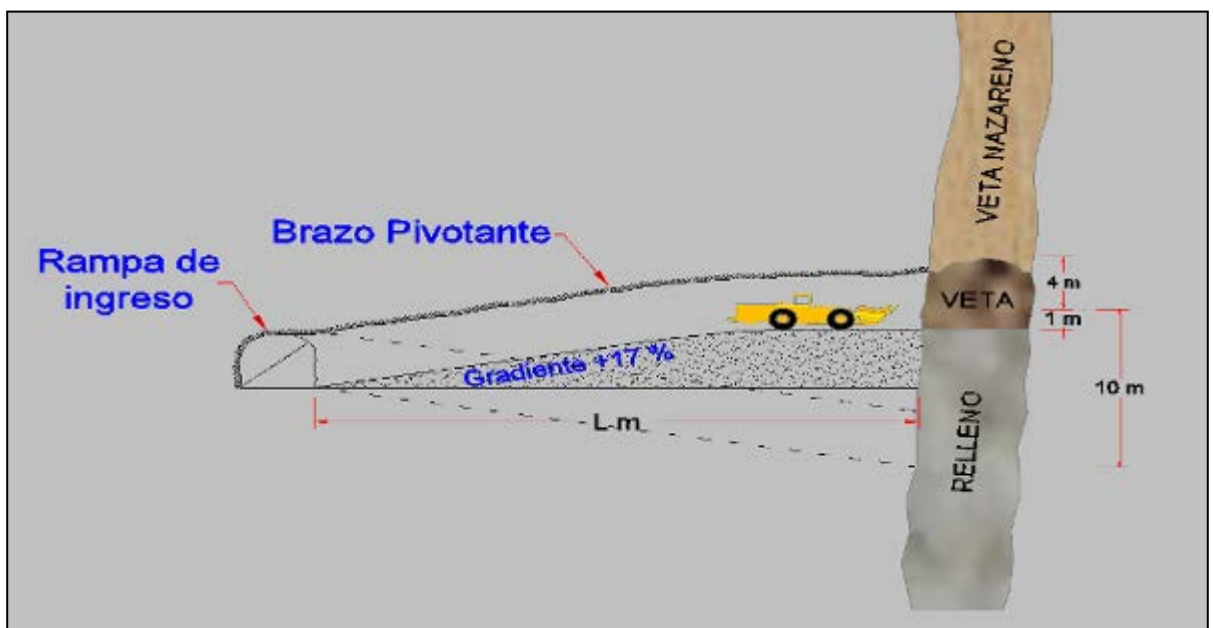
**ESQUEMA DE EXPLOTACIÓN MECANIZADA DE TAJEOS CON EL MÉTODO DE CORTE Y RELLENO ASCENDENTE**

**Figura 14: Esquema de Explotación Mecanizada simulado**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

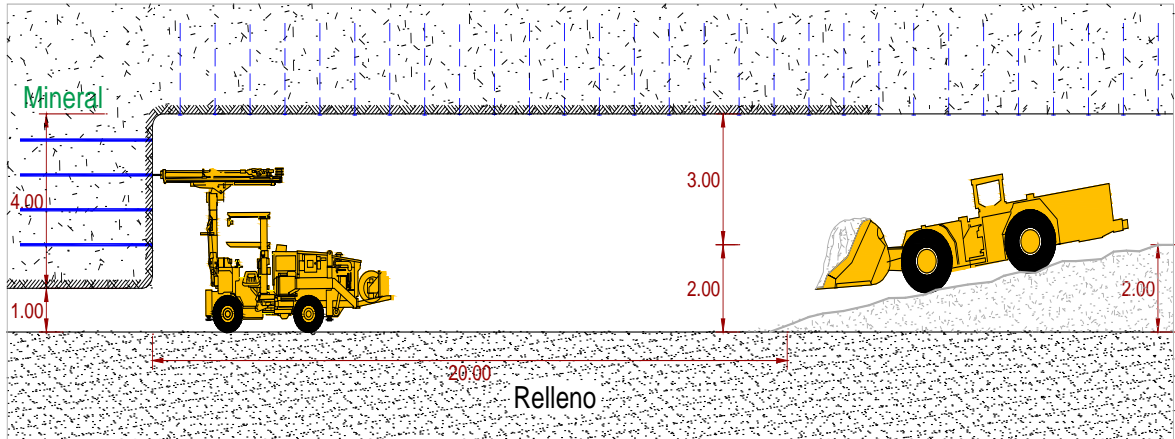
**Figura 15: Sección del Brazo de ingreso al tajo**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

**CORTE LONGITUDINAL (PERFORACIÓN Y RELLENO EN EL TAJO)**

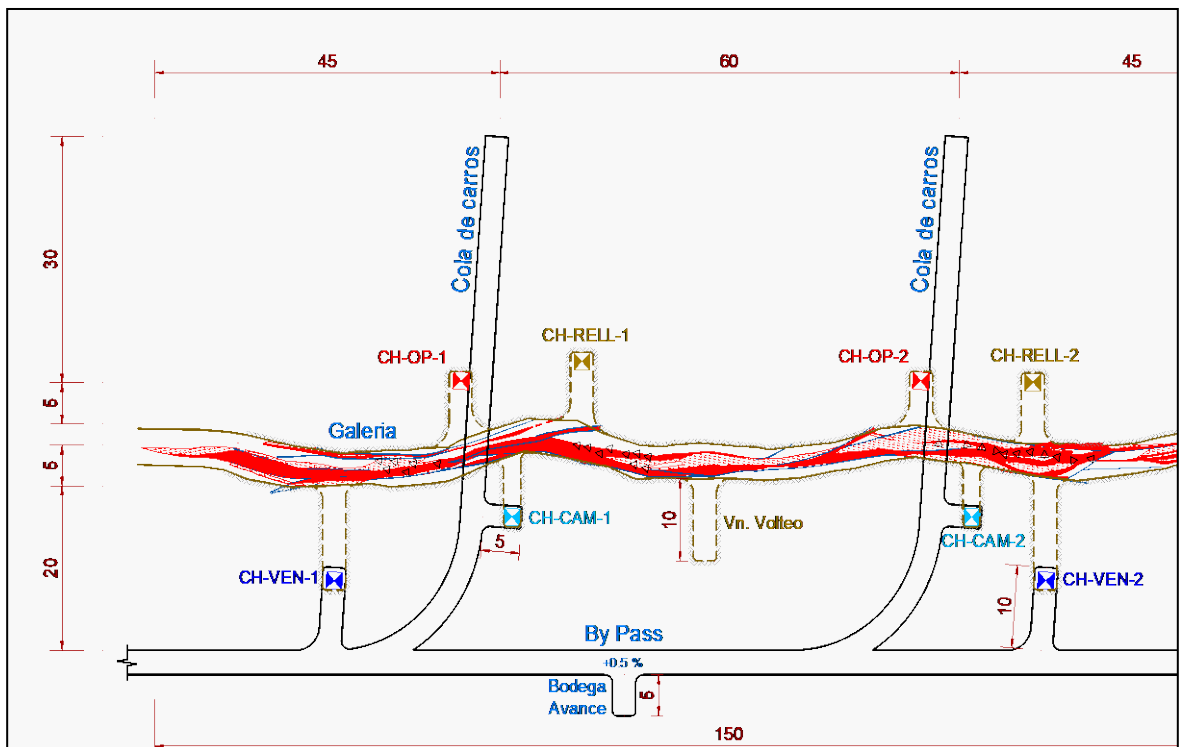
**Figura 16: Perforación y relleno mecanizado**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

**SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CONVENCIONAL**





**Figura 17: Diagrama de Tajo Convencional**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## CAPÍTULO IV: SOSTENIMIENTO EN ORCOPAMPA Y EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DEL TAJO 863





En Orcopampa, se utilizan los siguientes tipos de sostenimiento: pernos de roca (split sets, barras helicoidales y pernos de fierro corrugado), mallas metálicas, gatas mecánicas, shotcrete simple y reforzado con fibras de acero, cimbras y paquetes de madera (wood packs), en algunos casos también cuadros de madera (figuras 18 - 23).

CODIGO		ROCA		DESCRIPCION	TIPO DE SOSTENIMIENTO PARA EXCAVACION	
		R.M.R.	CALIDAD		LABOR TEMPORAL	LABOR PERMANENTE
III - A 	51 - 60	REGULAR "A"	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Roca dura poco fracturada o regular cantidad de fracturas.</li> <li>* Sana a ligeramente alterada</li> <li>* Terreno seco o ligeramente húmedo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento sistemático con Split set de 5' a 7' de longitud (según ancho de labor), espaciados a 1.50 m x 1.50 m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento sistemático con barras helicoidales (con resina o cemento) de 5' a 7' de longitud (según ancho de labor).</li> <li>* De ser necesario lanzar una capa de Shotcrete simple de 2" de espesor como refuerzo.</li> </ul>	
III - B 	41 - 50	REGULAR "B"	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Roca medianamente dura y fracturada.</li> <li>* Ligeramente a moderadamente alterada.</li> <li>* Pequeñas fallas con panizo.</li> <li>* Terreno desde húmedo hasta con goteo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento con Split set de 5' a 7' de longitud (según ancho de labor), mas malla electrosoldada en toda la sección de la labor.</li> <li>* De ser necesario lanzar una capa de shotcrete de 3" de espesor como refuerzo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento con barras helicoidales de 5' a 7' de longitud (según ancho de labor), mas malla electrosoldada y reforzar con una capa de shotcrete simple de 3" de espesor.</li> </ul>	
IV - A 	31 - 40	MALA "A"	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Roca blanda muy fracturada.</li> <li>* Moderada a muy alterada.</li> <li>* Fallas significativas con panizo.</li> <li>* Terreno desde húmedo hasta con goteo intenso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Cuadros de madera espaciados de 0.80 a 1.00 m de distancia.</li> <li>* De ser necesario lanzar una capa de shotcrete de 3" de espesor con fibra metálica de acero como sostenimiento preventivo.</li> <li>* Avanzar el frente con marchavantes de madera u otro elemento adicional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Cimbras "H" Tipo 6W20 o equivalente, espaciadas de 0.8 m a 1.20 m, previo lanzado de una capa de shotcrete de 3" de espesor con fibra metálica como sostenimiento preventivo.</li> <li>* Avanzar el frente con spilling bar de fierro corrugado de 1" de diámetro.</li> </ul>	
IV - B 	21 - 30	MALA "B"	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Roca muy blanda e intensamente fracturada.</li> <li>* Intensamente alterada.</li> <li>* Fallas significativas con panizo.</li> <li>* Goteo o flujo constante de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Lanzar una capa de shotcrete de 3" a 4" de espesor con fibra metálica de acero como sostenimiento preventivo.</li> <li>* Cuadros de madera espaciados de 0.60 a 0.8 m.</li> <li>* Avanzar el frente con marchavantes de madera u otro elemento adicional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Cimbras "H" Tipo 6W20 o equivalente, espaciadas de 0.65 m a 0.80 m, previo lanzado de una capa de shotcrete de 3" a 4" de espesor con fibra metálica como sostenimiento preventivo.</li> <li>* Avanzar el frente con spilling bar de fierro corrugado de 1" de diámetro y/o de ser necesario avanzar con marchavantes de riel.</li> </ul>	
V 	< 21	MUY MALA	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Roca muy blanda completamente triturada.</li> <li>* Intensamente alterada.</li> <li>* Goteo o flujo constante de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Lanzar una capa de shotcrete mayor de 4" de espesor con fibra metálica como sostenimiento preventivo.</li> <li>* Cuadros de madera espaciados menor de 0.6 m.</li> <li>* Avanzar el frente con marchavantes de madera u otro elemento adicional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Cimbras "H" Tipo 6W20 o equivalente, espaciadas menor a 0.65 m, previo lanzado de una capa de shotcrete mayor a 4" de espesor con fibra metálica como sostenimiento preventivo.</li> <li>* Avanzar el frente con marchavantes de riel.</li> </ul>	

Realizado por : Area de Geomecánica

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

Las aplicaciones de estos diversos tipos de sostenimiento están estandarizadas a los tipos de roca y al tamaño de las labores mineras, sean estas temporales o permanentes. En los cuadros 8 y 9 se muestran estos estándares.

CODIGO		ROCA		DESCRIPCION	ANCHO DE TAJEOS	
		R.M.R.	CALIDAD		TAJEOS DE HASTA 5m.	TAJEOS > 5 m
					CORONA	HASTIALES/CAJAS
	> 50	REGULAR "A"	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Roca dura poco fracturada o regular cantidad de fracturas.</li> <li>* Sana a ligeramente alterada</li> <li>* Terreno seco o ligeramente húmedo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento sistematico con Split set de 5' a 7' de longitud (según ancho de labor), espaciados a 1.50 m x 1.50 m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento sistematico con Split set de 7' de longitud, espaciados a 1.50 m x 1.50 m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento sistematico con Split set de 7' de longitud, espaciados a 1.50 m x 1.50 m.</li> </ul>
	41 - 50	REGULAR "B"	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Roca medianamente dura y fracturada.</li> <li>* Ligeramente a moderadamente alterada.</li> <li>* Pequeñas fallas con panizo.</li> <li>* Terreno desde húmedo hasta con goteo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento con Split set de 5' a 7' de longitud (según ancho de labor), mas Malla Electro soldada en toda la seccion de la labor.</li> <li>* Armar gatas mecánicas en forma preventiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento Split set de 7' de longitud mas Malla Electro soldada.</li> <li>* Armar gatas mecánicas en forma preventiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento Split set de 7' de longitud mas Malla Electro soldada.</li> <li>* Armar gatas mecánicas en forma preventiva.</li> </ul>
	31 - 40	MALA "A"	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Roca blanda muy fracturada.</li> <li>* Moderada a muy alterada.</li> <li>* Fallas significativas con panizo.</li> <li>* Terreno desde húmedo hasta con goteo intenso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento con Split set de 5' a 7' de longitud (según ancho de labor), mas Malla Electro soldada en toda la seccion de la labor.</li> <li>* Si requiere, reforzar con una capa de shotcrete de 3" de espesor.</li> <li>* Armar paquetes de madera simples de forma sistematica.</li> <li>* Armar gatas mecánicas en forma preventiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento con Split set de 7' de longitud mas Malla Electro soldada.</li> <li>* Si requiere, reforzar con una capa de shotcrete de 3" a 4" de espesor.</li> <li>* Armar paquetes de madera simples y dobles en forma sistematica.</li> <li>* Armar gatas mecánicas en forma preventiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento con Split set de 7' de longitud mas Malla Electro soldada.</li> <li>* Si requiere, reforzar con una capa de shotcrete de 3" a 4" de espesor.</li> <li>* Armar gatas mecánicas en forma preventiva.</li> </ul>
	< 31	MALA "B"	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Roca muy blanda e intensamente fracturada.</li> <li>* Intensamente alterada.</li> <li>* Fallas significativas con panizo.</li> <li>* Goteo o flujo constante de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento con una capa de shotcrete de 3" de espesor con fibra metalica como sostenimiento preventivo, para colocar Split set de 5' a 7' de longitud (según ancho de labor), mas Malla Electro soldada en toda la seccion de la labor y volver a reforzar con una capa de shotcrete de 3" a 4" de espesor.</li> <li>* Armar paquetes de madera simples de forma sistematica.</li> <li>* Armar gatas mecánica en forma preventiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento con una capa de shotcrete de 3" de espesor con fibra metalica como sostenimiento preventivo, para colocar Split set de 7' de longitud mas Malla Electro soldada y volver a reforzar con una capa de shotcrete de 4" de espesor.</li> <li>* Armar paquetes de madera simples o dobles en forma sistematica.</li> <li>* Armar gatas mecánica en forma preventiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sostenimiento con una capa de shotcrete de 3" de espesor con fibra metalica como sostenimiento preventivo, para colocar Split set de 7' de longitud mas Malla Electro soldada en toda la seccion de la labor y volver a reforzar con una capa de shotcrete de 4" de espesor.</li> <li>* Armar gatas mecánica en forma preventiva.</li> </ul>

Realizado por : Area de Geomecánica

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## TIPOS DE SOSTENIMIENTO EN ORCOPAMPA

**Figura 18: Sostenimiento con Gatas Mecánicas**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

### Gatas mecánicas

En Orcopampa, las gatas mecánicas son utilizadas en todos los tajos con presencia de roca del tipo IIIB y IVA. Se usa en forma preventiva para realizar el sostenimiento con split sets y malla metálica (electrosoldada).

DATOS TÉCNICOS	
Peso	33 Kg
Altura Mínima	2.10 m
Altura Máxima	3.30 m
Capacidad vertical de carga	12 tn/m <sup>2</sup>

**Figura 19: Sostenimiento con Paquetes de madera**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## Paquetes de madera

En Orcopampa, se utilizan paquetes de madera simples y dobles, en laboreo mayor a los 6 metros de ancho, con la finalidad de poder reducir el ancho de la labor controlando la estabilidad de la corona.

DATOS TÉCNICOS	
Dimensiones de durmientes	0.13m x 0.15m x 1.0m
Nº de durmientes / piso	4
Área efectiva de apoyo	1.40 m <sup>2</sup>
Área de influencia de apoyo	8 m <sup>2</sup>
Separadores	Tacos de madera de 0.13m x 0.15m x 0.15m
Capacidad vertical de carga (paquete simple)	80 tn/m <sup>2</sup>
Altura máxima	3 veces la base



**Figura 20: Sostenimiento con cuadros de madera**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## Cuadros de madera

En Orcopampa, se utilizan los cuadros de madera en forma muy esporádica, principalmente en labores de reducida sección y donde es inaccesible el uso del shotcrete (estocadas de chimeneas, etc).

DATOS TÉCNICOS	
Tipo	Cónico de 03 piezas
Peso del cuadro	200 Kg
Distancia entre cuadros	0.80 - 1.20 m
Accesorios	Tirantes, topes, enrejado y encribado
Sección	3.0m x 3.0m y 3.5m x 3.5m
Capacidad vertical de carga	12 tn/m <sup>2</sup>



**Figura 21: Sostenimiento con malla metálica (electrosoldada)**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## Mallas metálicas

En Orcopampa, utilizamos las mallas metálicas (electrosoldadas) en la mayoría de las excavaciones mineras (labores con roca del tipo IIIB y IVA). Este elemento de sostenimiento garantiza en gran porcentaje, eliminar la caída de bloques de roca de cualquier labor minera sostenida.

DATOS TÉCNICOS	
Dimensión	Plancha de 1.5m x 3.0m
Peso	13 Kg
Cocada tipo alambre	De 50 x 50 mm
	Alambre N°8
	Negro y galvanizado

**Figura 22: Sostenimiento con Cimbras metálicas**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## Cimbras metálicas

En Orcopampa (Mina Chipmo), se realiza el colocado de cimbras en labores que presentan roca de mala calidad (IVA, IVB y V), garantizando con este elemento severo, la estabilidad de la excavación minera.

DATOS TÉCNICOS	
Peso de cimbra	300 Kg
Distancia entre cimbras	0.75 - 1.40 m
Accesorios de unión	04 pernos de 1" x 2" y 04 tuercas de 1"
Radio interior	2.00 m
Tirantes	Fierro liso 1/2 x 1.40 m
Capacidad vertical de carga	29 tn/m <sup>2</sup>

**Figura 23: Sostenimiento con Concreto lanzado (Shotcrete)**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## Concreto lanzado (Shotcrete)

En Orcopampa, se viene aplicando este elemento de sostenimiento con gran impulso, ya que se ha demostrado su gran efectividad y bajo costo, el cual viene garantizando la estabilidad de todas nuestras labores mineras.

DATOS TÉCNICOS	
Equipos	Aliva / OCMER
Cemento Tipo 1	8 bolsas
Arena	200 lampones
Agua	36 gl
Aditivo	3.5 gl
Fibra	30 Kg
Capacidad vertical de carga	250 Kg/cm <sup>2</sup>

## **EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DEL TAJO 863**

El Departamento de Geomecánica de la Unidad Orcopampa en coordinación con el Departamento de Mina, ha realizado una evaluación con la finalidad de analizar las condiciones de estabilidad de la masa rocosa que podrían ser alteradas por la generación de este diseño de minado en el Tajo 863.

Se han considerado todos los parámetros geomecánicos de la masa rocosa con la finalidad de poder realizar algunos análisis de elementos finitos.

Los resultados obtenidos en varias simulaciones, considerando el nuevo diseño de minado a aplicar en la mina Chipmo han sido favorables, es decir, que según los escenarios planteados, para la excavación minera en el tajo 863, al realizar el método de corte y relleno mecanizado con el uso de las rampas de acceso, no se tendrán mayores problemas de inestabilidad, aplicando correctamente el manejo de este método de minado y manteniendo los estándares de sostenimiento ya establecidos en mina Orcopampa.

**Figura 24: Factor de Seguridad en el Tajo 863 con el PHASES 2**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

En este gráfico, según el análisis geomecánico realizado con el PHASES 2, se muestra las condiciones de estabilidad (Factor de seguridad) del Tajo 863, donde se realiza el método de minado Mecanizado.

Con la finalidad de complementar el análisis geomecánico, y considerando algunas evaluaciones empíricas de la zona, se ha evaluado la estabilidad de la excavación minera a realizar, aplicando el Método Gráfico de Estabilidad, el cual también garantiza la ejecución de dicho proyecto por los resultados que se muestran a continuación:

**Cuadro 10: Valores obtenidos de N (N° de Estabilidad) para el tajo 863**

Ancho del Tajeo (metros)	<i>Techo del Tajeo</i>					<i>Caja Techo del Tajeo</i>				
	$Q'$	A	B	C	$N'$	$Q'$	A	B	C	$N'$
14	0.7	0.28	0.41	6	0.5	0.6	0.25	0.89	6	0.8
9	0.7	0.30	0.89	6	1.1	0.6	0.12	0.89	6	0.4
7	0.7	0.44	0.89	6	1.6	0.6	0.10	0.89	6	0.3

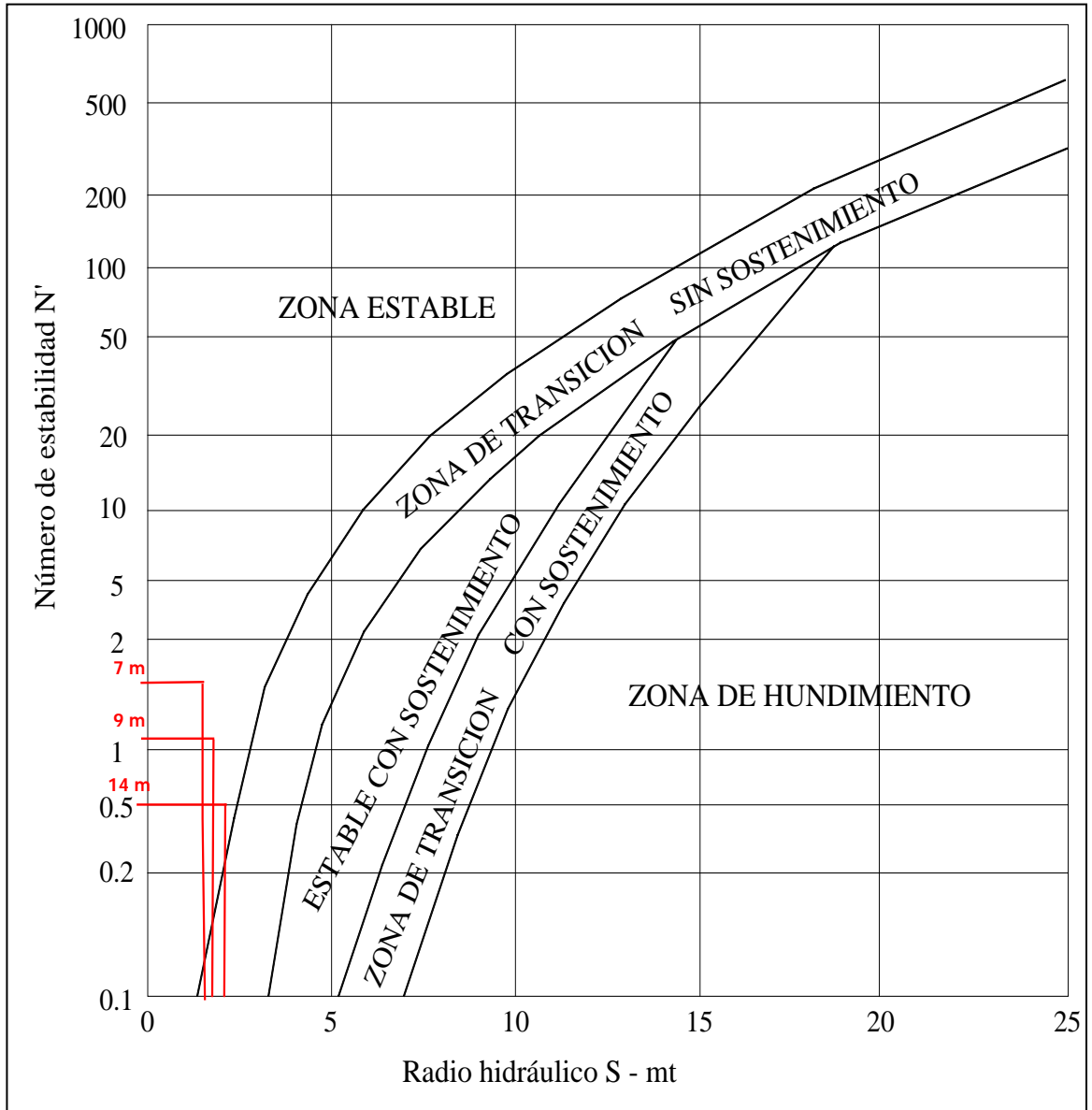
Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

**Cuadro 11: Valores obtenidos del Radio Hidráulico para el tajo 863**

Ancho del Tajeo (metros)	VALOR DE "S"
14	1.84
9	1.61
7	1.46

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

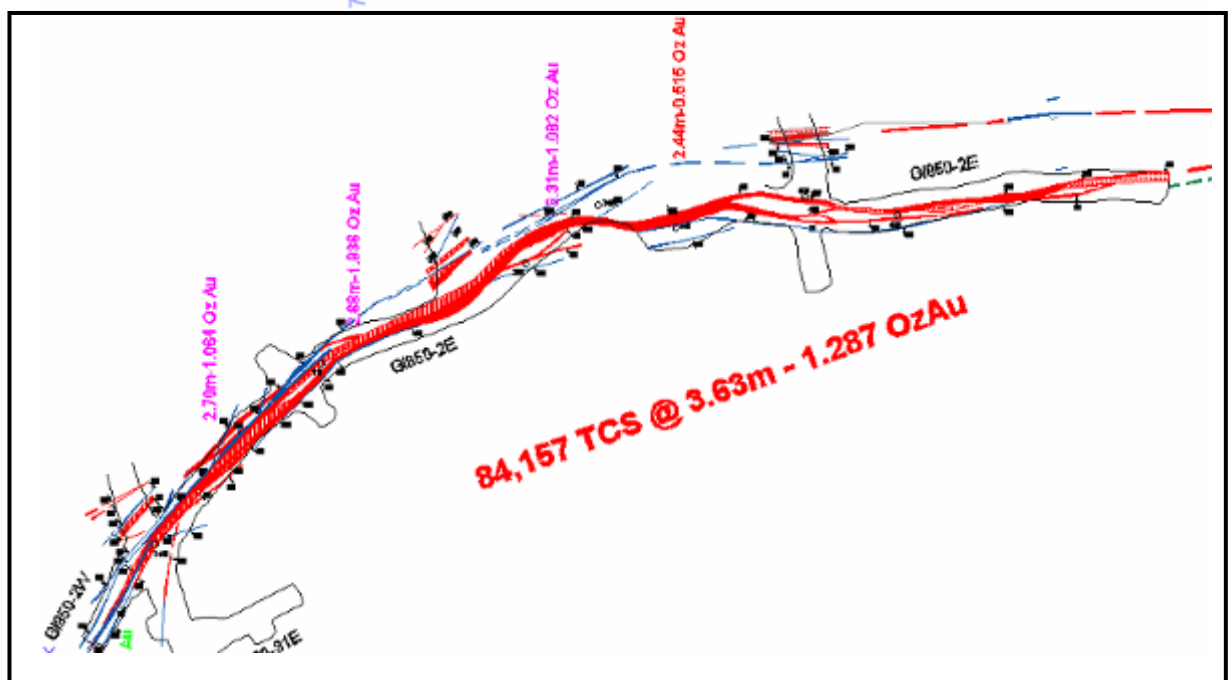
Figura 25: Condiciones de Estabilidad del tajo 863



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

**CAPÍTULO V: ANÁLISIS ECONÓMICO A LOS SISTEMAS DE  
EXPLOTACIÓN**

**Figura 26: Mapeo y leyes de la Galería 850-2E (Tajo 863)**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa



## DISEÑO DE PREPARACIÓN DEL TAJO 863 (PRIMER NIVEL)

Figura 27: Tajo 863, Veta Nazareno, Nivel 3390



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

### SECCION A-A' (BRAZOS DE ROTURA)

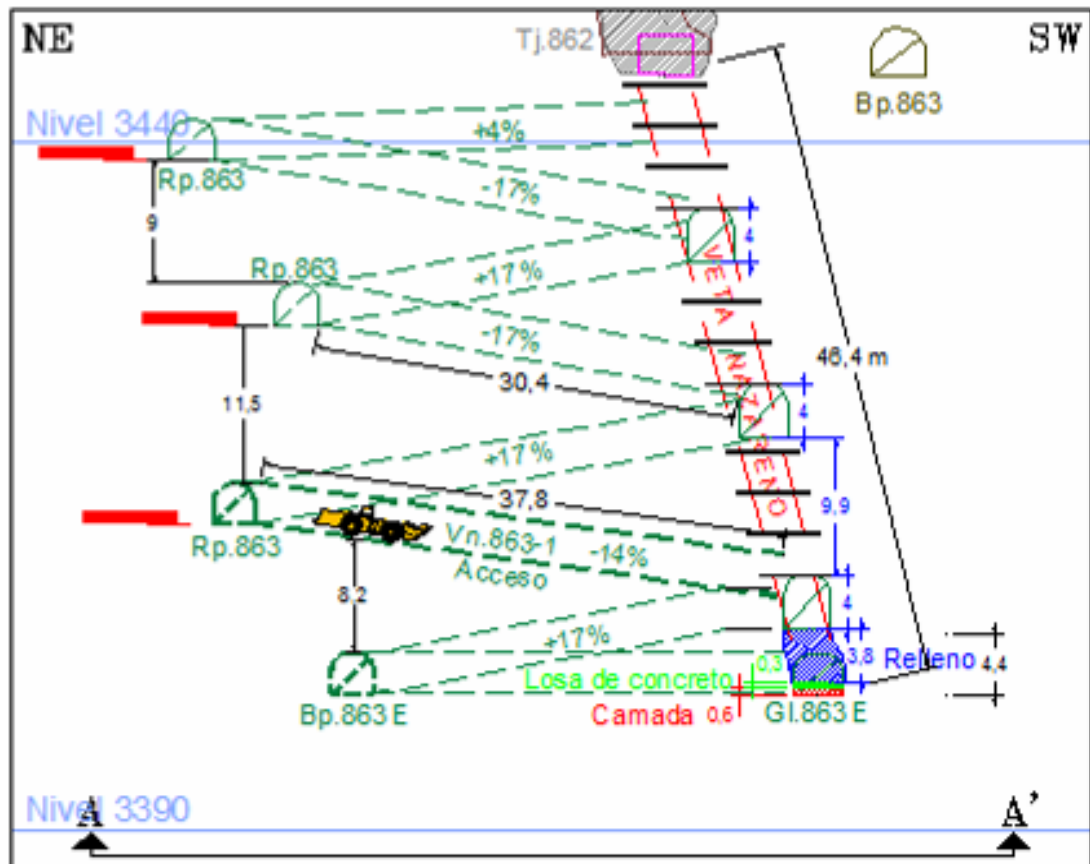
Se tienen tres (03) niveles en la Rampa Principal para ingresar al tajo 863 mediante dos brazos, los cuales se utilizan como acceso para la evacuación del mineral e ingreso de desmonte al tajo para su etapa de relleno.

La Rampa principal 863 se realiza en la caja piso.

La gradiente máxima de los brazos es de -17% y +17%.

Estos brazos están diseñados para realizar hasta tres cortes a la corona del tajo (mineral). En este tajo se trabaja con un scoop eléctrico de 3.5 yd<sup>3</sup>.

Figura 28: Tajo 863, Veta Nazareno, Nivel 3390

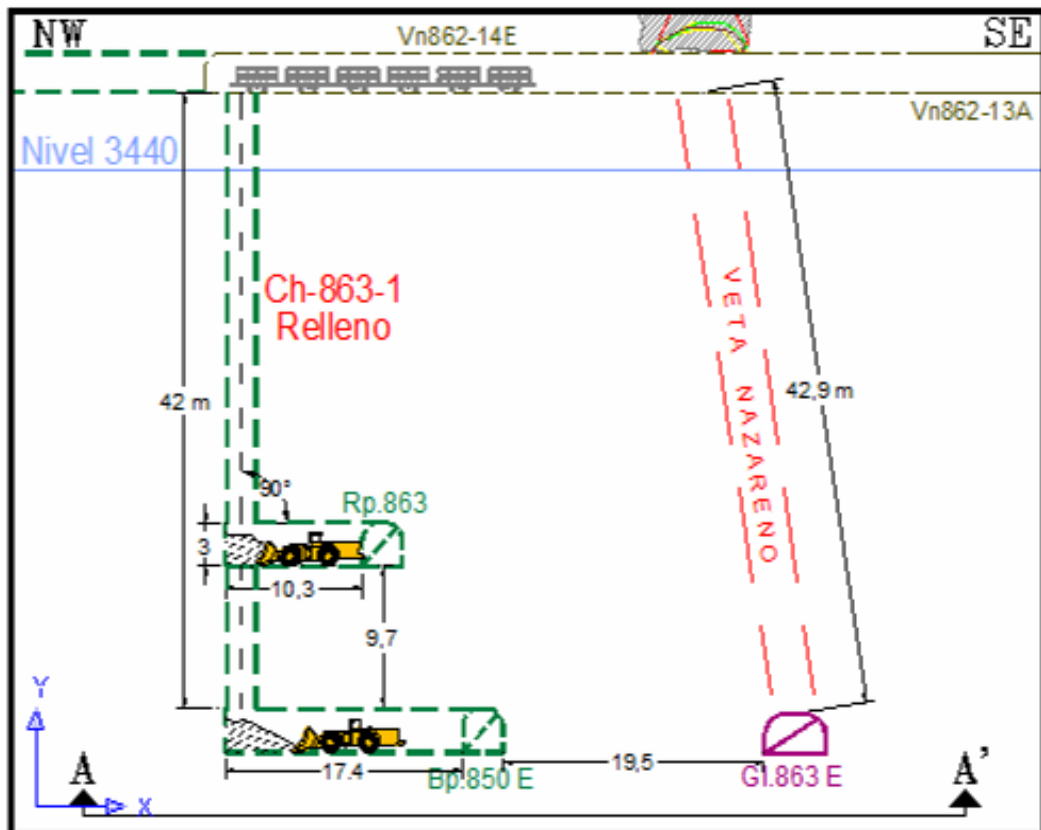


Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

### SECCION A-A' (CHIMENEA DE RELLENO)

La chimenea de relleno 863-1 se ubica fuera del tajo, teniendo acceso a esta por la Rampa principal y cuenta con una sección de 2.1m x 2.1m.

Figura 29: Sección Ch 863-1, Tajo 863, Nivel 3390



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## PRODUCCIÓN EN TAJOS MECANIZADOS

Se toma como ejemplo, la producción promedio del tajo 945, ubicado en el nivel 3440 de la Mina Nazareno (Veta Nazareno).

**Cuadro 12: Producción Tajo mecanizado 945**

<b>TAJO 945 (MECANIZADO)</b>				
<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>T.C.S.</b>	<b>LEY (Oz Au/t.c.s.)</b>	<b>OZ AU</b>
2009	JULIO	9495	0.674	6400
	AGOSTO	8940	0.719	6428
	SEPTIEMBRE	10267	0.613	6294
	OCTUBRE	8543	0.758	6475
	NOVIEMBRE	9548	0.577	5509
	DICIEMBRE	10292	0.610	6278
2010	ENERO	7949	0.493	3919
<b>PROM. MES</b>		<b>9290</b>	<b>0.635</b>	<b>5899</b>
<b>PROM. DIA</b>		<b>310</b>	<b>0.635</b>	<b>197</b>

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## PRODUCCIÓN EN TAJOS CONVENCIONALES

Se toma como ejemplo real la producción promedio del tajo 862, ubicado en el nivel 3440 de la Mina Nazareno (Veta Nazareno), el cual cuenta con un scoop de 2.2 Yd<sup>3</sup> cautivo en el tajo. A diferencia de los tajos mecanizados, estos tajos cuentan con sus chimeneas de relleno y echaderos de mineral dentro del tajo. Además, se limita los frentes de rotura de mineral, ya que solo se puede generar dos frentes de producción.

Cuadro 13: Producción Tajo Convencional 862

<b>TAJO 862 (CONVENCIONAL O CAUTIVO)</b>				
<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>T.C.S.</b>	<b>LEY (Oz Au/t.c.s.)</b>	<b>OZ AU</b>
2009	FEBRERO	1,507	0.833	1256
	MARZO	4,763	1.446	6887
	ABRIL	7,078	0.735	5205
	MAYO	5,826	1.171	6823
	JUNIO	2,466	0.927	2284
	JULIO	5,249	0.972	5101
	AGOSTO	4,395	0.975	4284
	SEPTIEMBRE	4,387	1.281	5617
	OCTUBRE	5,396	1.305	7042
	NOVIEMBRE	5,108	1.167	5959
	DICIEMBRE	4,673	1.398	6534
2010	ENERO	3998	0.853	3412
	FEBRERO	5280	1.351	7133
	MARZO	3648	1.028	3750
	ABRIL	5732	1.009	5783
<b>PROM. MES</b>		<b>4634</b>	<b>1.109</b>	<b>5138</b>
<b>PROM. DIA</b>		<b>154</b>	<b>1.109</b>	<b>171</b>

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## EXPLOTACION DEL TAJO 863

### CASO I : APLICANDO EL SISTEMA MECANIZADO

**Figura 30: Sistema de Explotación Mecanizado**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

**LONGITUD TOTAL DE LAS LABORES PARA LA PREPARACIÓN DEL  
TAJO**

**Cuadro 14: Longitud de labores de preparación del Tajo 863**

<b>TAJO 863</b>						
Item	Zona	Veta	Nivel	Labor	Sección	Total (m)
<b>1º NIVEL</b>						
1	Nazareno	Nazareno E	3390	Rp 863-1	3 x 3	160
2	Nazareno	Nazareno E	3390	Vn 863-1	3 x 3	34
3	Nazareno	Nazareno E	3390	Vn 863-2	3 x 3	28
4	Nazareno	Nazareno E	3390	Bp 863 E	3.5 x 3.5	164
5	Nazareno	Nazareno E	3390	Vn Relleno	3 x 3	15
6	Nazareno	Nazareno E	3390	Vn Mineral	3 x 3	20
7	Nazareno	Nazareno E	3390	Ch 863-1 Rell.	2.1 x 2.1	32
8	Nazareno	Nazareno E	3390	Ch 863-2 Min.	2.1 x 2.1	8
						<b>461</b>
<b>2º NIVEL</b>						
9	Nazareno	Nazareno E	3390	Rp 863-2	3 x 3	150
10	Nazareno	Nazareno E	3390	Vn 863-3	3 x 3	35
11	Nazareno	Nazareno E	3390	Vn 863-4	3 x 3	30
12	Nazareno	Nazareno E	3390	Vn Relleno	3 x 3	15
13	Nazareno	Nazareno E	3390	Vn Mineral	3 x 3	15
14	Nazareno	Nazareno E	3390	Ch 863-2 Min.	2.1 x 2.1	9
						<b>254</b>
<b>3º NIVEL</b>						
15	Nazareno	Nazareno E	3390	Rp 863-3	3 x 3	100
16	Nazareno	Nazareno E	3390	Vn 863-5	3 x 3	35
17	Nazareno	Nazareno E	3390	Vn 863-6	3 x 3	30
18	Nazareno	Nazareno E	3390	Vn Relleno	3 x 3	15
19	Nazareno	Nazareno E	3390	Vn Mineral	3 x 3	15
20	Nazareno	Nazareno E	3390	Ch 863-2 Min.	2.1 x 2.1	9
						<b>204</b>
<b>LONGITUD TOTAL (m)</b>						<b>919</b>

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## INVERSIÓN

### 1.- RAMPA PRINCIPAL

Gradiente de Rampa	= 14%
Longitud total de la Rampa	= 410 m
Sección de la Rampa	= 3 m x 3 m
Costo unitario (soles/m)	= 1 048.77
<b>Costo 1</b>	<b>= S/. 429 996</b>

### 2.- BRAZOS

Gradiente de los Brazos	= 17%
Longitud total de los Brazos	= 192 m
Sección de los Brazos	= 3 m x 3 m
Costo unitario (soles/m)	= 1 048.77
<b>Costo 2</b>	<b>= S/. 201 364</b>

### 3.- BY PASS

Gradiente del By Pass	= 0.5%
Longitud del By Pass	= 164 m
Sección del By Pass	= 3.5 m x 3.5 m
Costo unitario (soles/m)	= 1 125.35
<b>Costo 3</b>	<b>= S/. 184 557</b>



**4.- VENTANAS AUXILIARES**

Gradiente de las Ventanas	=	0.5%
Longitud total de Ventanas	=	95 m
Sección de las Ventanas	=	3.5 m x 3.5 m
Costo unitario (soles/m)	=	1 125.35
<b>Costo 4</b>	=	<b>S/. 106 908</b>

**5.- CHIMENEAS****5.1.- RELLENO**

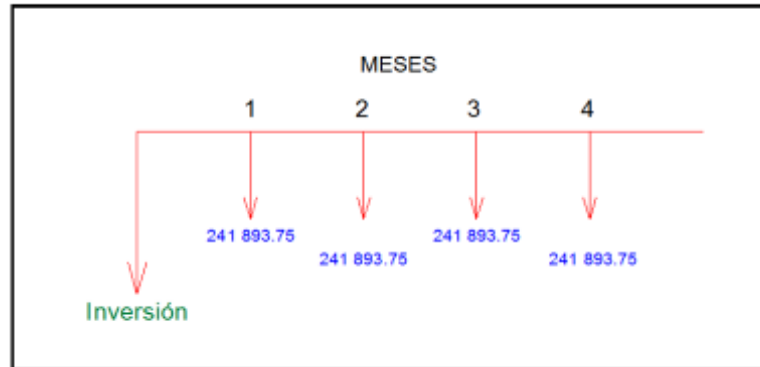
Longitud de la Chimenea	=	32 m
Sección de la Chimenea	=	2.1 m x 2.1 m
Costo unitario (soles/m)	=	771.54
<b>Costo 5.1</b>	=	<b>S/. 24 689</b>

**5.2.- MINERAL**

Longitud de la Chimenea	=	26 m
Sección de la Chimenea	=	2.1 m x 2.1 m
Costo unitario (soles/m)	=	771.54
<b>Costo 5.2</b>	=	<b>S/. 20 060</b>

<b>COSTO TOTAL = S/. 967 575</b>
----------------------------------

Este monto invertido se realiza secuencialmente, durante un tiempo de 4 meses en simultáneo con la producción del tajo. A continuación, llevamos la inversión distribuida hasta la actualidad (mes cero):



Asumiendo un interés anual del 10% :

$$\dot{i}_{\text{anual}} = 10\% = 0.10$$

$$\dot{i}_{\text{mensual}} = (0.10 + 1)^{(1/12)} - 1 = 0.7974\% = \mathbf{0.007974}$$

Hallamos el valor de C con la siguiente fórmula:

$$C = C_0 \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \times i} \right]$$

Donde:

$$C_0 = 241\,893.75$$

$$i = 0.007974$$

$$n = 4$$

$$C = I = 241\,893.75 \times (1.007974^4 - 1) / (0.007974 \times 1.007974^4)$$

$$\mathbf{INVERSIÓN = 948\,590}$$

## INGRESO

Tomamos como dato, la producción promedio del tajo mecanizado 945, el cual ya fué explotado en su totalidad:

Producción promedio diaria	=	300 tc
Producción promedio mensual	=	9 290 tcs
<b>Ley promedio</b>	=	<b>1.287 Oz Au / Tc</b>
<b>Tiempo</b>	=	<b>07 meses</b>
Recuperación metalúrgica	=	95.5 %
Onzas Recuperadas mensual	=	11 418 Oz Au
Precio Oz de Au	=	\$ 1200
<b>Ingreso bruto mensual</b>	=	<b>\$ 13 701 600</b>
Costo (producción + adm.)	=	<b>\$ 270 / tc</b> ( Incluye depreciación )
Costo (producción + adm.) / mes	=	\$ 2 508 300
<b>Ingreso mensual</b>	=	<b>\$ 11 193 300</b>
<b>Impuesto a la renta</b>	=	<b>30% ( \$ 11 193 300)</b>
<b>Participación laboral</b>	=	<b>8% ( \$ 11 193 300)</b>
<b>Regalias</b>	=	<b>3% ( \$ 11 193 300)</b>
<b>Ingreso Neto mensual</b>	=	<b>\$ 6 604 047</b>
Conversión:	1\$ =	S/. 2.85

<b>Ingreso Neto Mensual = S/. 18 821 534</b>
--

**COSTO ANUAL POR AREA ( US\$/TN. )**  
Orcopampa  
AÑO 2010

Fecha: 2010/10/01  
Hora: 20:05  
Página: 1 / 1  
jro\_cashcost\_anual\_area\_foncladas

**Con Depreciación**

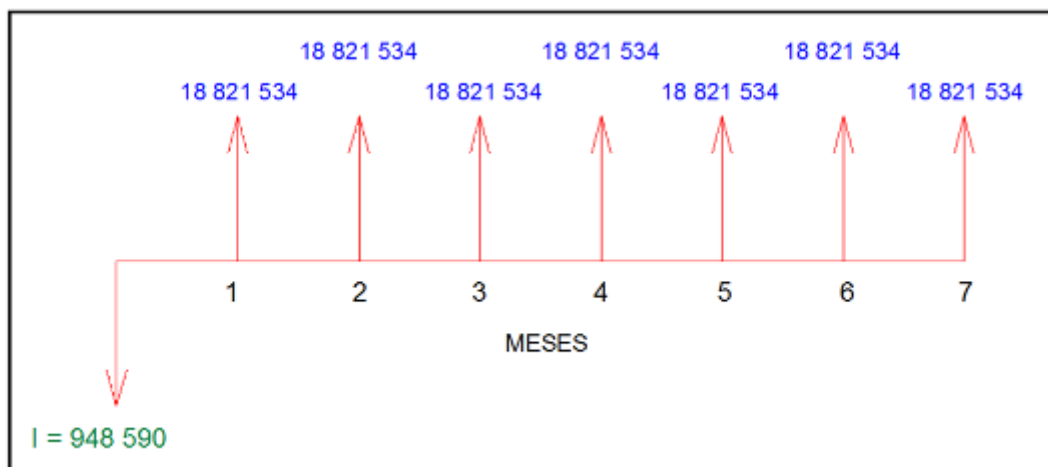
Area	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SEP		OCT		NOV		DIC		PROM			
	Pres.	Ejec.	Pres.	Ejec.	Pres.	Ejec.	Pres.	Ejec.	Pres.	Ejec.	Pres.	Ejec.	Pres.	Ejec.	Pres.	Ejec.	Pres.	Ejec.	Pres.	Ejec.	Pres.	Ejec.	Pres.	Ejec.	Pres.	Ejec.		
< Area No Asignada	0.00	0.10	0.00	0.17	0.00	0.16	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.19	0.00	0.19	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.14							0.00	0.13
Almacén	1.89	2.38	2.02	2.32	1.89	2.71	1.88	2.28	1.88	2.16	1.88	2.23	2.47	1.95	2.47	2.86	2.47	3.25									2.09	2.48
Contabilidad	0.56	0.48	0.60	0.60	0.56	0.61	0.55	0.56	0.55	0.54	0.55	0.53	0.73	0.48	0.73	0.76	0.73	0.80									0.52	0.60
Geología	12.48	10.71	13.14	14.78	12.31	13.50	12.52	14.11	12.30	13.04	12.53	16.85	16.17	14.40	16.23	16.48	16.26	16.26									13.77	14.46
Hospital	1.33	1.33	1.44	1.71	1.35	1.60	1.41	1.37	1.36	1.36	1.36	1.47	1.69	1.39	1.76	1.42	1.67	1.93									1.49	1.51
Laboratorio	1.84	1.68	2.02	1.95	1.84	1.91	1.89	1.82	1.87	1.48	1.85	1.45	2.58	1.72	2.46	2.21	2.42	2.45									2.09	1.83
Mantenimiento Eléc	21.48	14.41	22.95	17.29	22.50	14.44	21.90	14.57	26.03	15.83	22.31	16.16	23.88	15.14	25.10	16.17	25.03	20.81									23.47	16.09
Mantenimiento Mec	13.22	14.77	14.78	14.74	14.46	17.55	15.04	21.16	15.12	13.77	14.15	11.65	18.81	12.90	19.05	17.55	18.19	19.99									15.87	16.02
Medio Ambiente	1.23	1.39	1.51	2.15	1.90	1.95	1.20	1.92	1.28	4.94	1.53	3.65	1.77	2.19	1.76	2.01	2.01	2.59									1.58	2.54
Minas	111.99	111.89	119.97	130.48	112.00	141.65	111.87	119.31	111.86	132.13	112.99	136.16	138.69	126.64	138.69	131.63	138.71	151.79									121.86	134.65
Planeamiento	2.40	3.96	2.74	5.27	2.79	3.77	2.77	4.02	2.90	4.81	2.82	4.31	3.58	3.56	3.72	3.39	3.56	4.98									3.03	4.23
Planta de Procesos	29.97	24.42	32.19	30.21	29.45	28.67	29.16	19.63	29.57	21.06	31.80	19.80	36.19	19.24	35.55	24.81	35.37	32.58									32.14	24.47
Recursos Humanos	3.31	3.67	7.30	4.97	4.92	4.21	3.66	4.65	4.39	4.64	3.54	3.85	8.34	4.89	5.01	4.90	4.72	5.67									5.04	4.61
Relaciones Comun	1.38	4.66	1.51	7.68	1.44	21.64	2.18	6.97	1.79	8.96	1.86	10.99	1.99	4.96	2.16	4.81	2.04	3.16									1.82	6.23
Remocion Planta	28.77	25.26	30.76	37.33	28.75	23.37	29.19	19.57	29.82	19.65	29.36	20.91	28.71	18.52	14.91	21.95	14.91	31.22									26.13	24.20
Seguridad	1.13	0.69	1.14	0.76	1.03	0.92	1.07	0.90	1.37	0.73	1.11	0.78	1.44	0.83	1.54	0.98	1.53	1.16									1.26	0.86
Servicio Social	1.93	1.35	2.06	3.00	1.93	2.46	1.91	2.24	1.96	2.04	1.97	2.30	2.56	1.88	2.64	2.23	2.50	2.46									2.16	2.22
Sistemas	0.38	0.72	0.41	2.99	0.36	-0.97	0.33	0.50	0.34	0.70	0.33	0.52	0.42	0.38	0.42	0.45	0.43	0.45									0.38	0.64
Superintendencia G	5.52	8.76	5.92	11.84	5.52	10.83	5.52	9.69	5.52	9.06	5.52	9.79	7.07	8.97	7.07	19.00	7.07	11.62									5.00	11.54
	240.79	232.63	262.47	290.04	245.00	291.06	244.25	245.21	249.91	257.04	247.46	263.44	297.09	242.19	281.27	273.76	279.62	343.33									260.68	270.95

Mes	Tn. Programado	Tn. Ejecutado
Enero	42,989.70	43,703.99
Febrero	40,123.72	29,410.47
Marzo	42,989.70	34,181.22
Abril	42,989.70	41,362.71
Mayo	42,989.70	42,412.10
Junio	42,989.70	40,355.20
Julio	42,989.70	43,910.12
Agosto	42,989.70	44,292.62
Septiembre	42,989.70	40,007.98
Octubre	42,989.70	0.00
Noviembre	42,989.70	0.00
Diciembre	42,989.70	0.00
<b>Total:</b>	<b>513,010.42</b>	<b>359,636.41</b>

**CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO ( VAN )**

**Figura 31: Gráfico VAN Sistema Mecanizado**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

Asumiendo un interés anual del 10% :

$$\dot{i}_{\text{anual}} = 10\% = 0.10$$

$$\dot{i}_{\text{mensual}} = (0.10 + 1)^{(1/12)} - 1 = 0.7974\% = \mathbf{0.007974}$$

Hallamos el valor de C con la siguiente fórmula:

$$C = C_0 \left[ \frac{(1 + i)^n - 1}{(1 + i)^n \times i} \right]$$

Donde:

$$C_0 = 18\,821\,534$$

$$i = 0.007974$$

$$n = 7$$

$$C = 18\,821\,534 \times (1.007974^7 - 1) / (0.007974 \times 1.007974^7)$$

$$\mathbf{C = 127\,646\,975}$$

$$\mathbf{VAN = C - I}$$

$$\mathbf{VAN = 127\,646\,975 - 948\,590}$$

$$\mathbf{VAN = S/. 126\,698\,385}$$

## CASO II : APLICANDO EL SISTEMA CONVENCIONAL

**Figura 32: Sistema de Explotación Convencional**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## INVERSIÓN

### LONGITUD TOTAL DE LABORES PARA LA PREPARACIÓN DEL TAJO

#### **1.- CHIMENEAS**

##### **1.1.- RELLENO**

Se realizan dos chimeneas de 50 m cada una.

Longitud total de Chimeneas = 100 m

Sección de la Chimenea = 2.1 m x 2.1 m

Costo unitario (soles/m) = 771.54

**Costo 1.1 = S/. 77 154**

##### **1.2.- MINERAL**

Se realizan dos chimeneas desde el tajo para usarlas como Ore Pass.

Longitud total de Chimeneas = 60 m

Sección de la Chimenea = 2.1 m x 2.1 m

Costo unitario (soles/m) = 771.54

**Costo 1.2 = S/. 46 292**

#### **2.- VENTILACIÓN**

Se realiza 1 chimenea, la cual tiene una longitud de 50m (de nivel a nivel).

Longitud de la Chimenea = 50 m

Sección de la Chimenea	= 2.1 m x 2.1 m
Costo unitario (soles/m)	= 771.54
<b>Costo 2</b>	<b>= S/. 38 577</b>

### **3.- BY PASS**

Gradiente del By Pass	= 0.5%
Longitud del By Pass	= 180 m
Sección del By Pass	= 3 m x 3 m
Costo unitario (soles/m)	= 1 025.35
<b>Costo 3</b>	<b>= S/. 184 563</b>

### **4.- VENTANAS SECUNDARIAS**

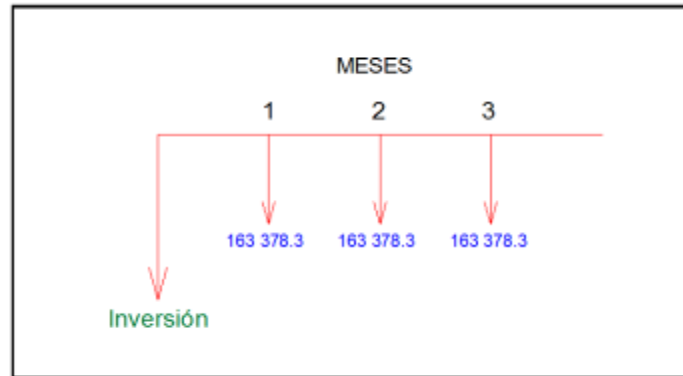
Para ventanas de volteo, de acceso al O.P. y de acceso a las tolvas metálicas para la extracción de mineral.

Gradiente de las ventanas	= 0.5%
Longitud total de ventanas	= 140 m
Sección de las ventanas	= 3 m x 3 m
Costo unitario (soles/m)	= 1 025.35
<b>Costo 4</b>	<b>= S/. 143 549</b>

<b>COSTO TOTAL = S/. 490 135</b>
----------------------------------



Este monto invertido se realiza secuencialmente, durante un tiempo de 3 meses en simultáneo con la producción del tajo. A continuación, llevamos la inversión distribuida hasta la actualidad (mes cero):



Asumiendo un interés anual del 10% :

$$\dot{i}_{\text{anual}} = 10\% = 0.10$$

$$\dot{i}_{\text{mensual}} = (0.10 + 1)^{(1/12)} - 1 = 0.7974\% = \mathbf{0.007974}$$

Hallamos el valor de C con la siguiente fórmula:

$$C = C_0 \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n \times i} \right]$$

Donde:

$$C_0 = 163\,378.3$$

$$i = 0.007974$$

$$n = 3$$

$$C = I = 163\,378.3 \times (1.007974^3 - 1) / (0.007974 \times 1.007974^3)$$

$$\mathbf{INVERSIÓN = 482\,421}$$

**INGRESO**

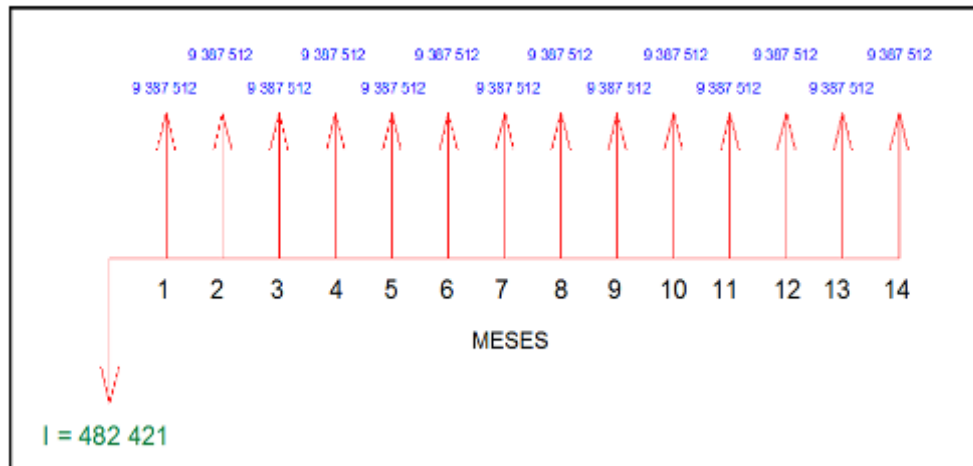
Tomamos como dato, la producción promedio del tajo convencional 862:

Producción promedio diaria	=	154 tc
Producción promedio mensual	=	4 634 tcs
<b>Ley promedio</b>	=	<b>1.287 Oz Au / tc</b>
<b>Tiempo</b>	=	<b>14 meses</b>
Recuperación metalúrgica	=	95.5 %
Onzas Recuperadas mensual	=	5 695 Oz Au
Precio Oz de Au	=	\$ 1 200
<b>Ingreso bruto mensual</b>	=	<b>\$ 6 834 000</b>
Costo (producción + adm.)	=	\$ 270 / tc <b>(Incluye depreciación)</b>
<b>Costo (producción + adm.) / mes</b>	=	<b>\$ 1 251 180</b>
<b>Ingreso mensual</b>	=	<b>\$ 5 582 820</b>
<b>Impuesto a la renta</b>	=	<b>30% ( \$ 5 582 820)</b>
<b>Participación laboral</b>	=	<b>8% ( \$ 5 582 820)</b>
<b>Regalias</b>	=	<b>3% ( \$ 5 582 820)</b>
<b>Ingreso neto mensual</b>	=	<b>\$ 3 293 864</b>
Conversión:	1\$ =	S/. 2.85

<b>Ingreso Neto Mensual = S/. 9 387 512</b>
---

## CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO ( VAN )

**Figura 33: Gráfico VAN Sistema Convencional**



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

Asumiendo un interés anual del 10% :

$$\dot{i}_{\text{anual}} = 10\% = 0.10$$

$$\dot{i}_{\text{mensual}} = (0.10 + 1)^{(1/12)} - 1 = 0.7974\% = \mathbf{0.007974}$$

Hallamos el valor de C con la siguiente fórmula:

$$C = C_0 \left[ \frac{(1 + i)^n - 1}{(1 + i)^n \times i} \right]$$

Donde:

$$C_0 = 9\,387\,512$$

$$i = 0.007974$$

$$n = 14$$

$$C = 9\,387\,512 \times (1.007974^{14} - 1) / (0.007974 \times 1.007974^{14})$$

$$\mathbf{C = 123\,888\,540}$$

$$\mathbf{VAN = C - I}$$

$$\mathbf{VAN = 123\,888\,540 - 482\,421}$$

$$\mathbf{VAN = S/. 123\,406\,119}$$

## CONCLUSIONES

Considerando el Valor Actual Neto (VAN) en ambos casos se tiene:

**Para el Sistema Mecanizado:**

VAN = S/. 126 698 385

**Para el Sistema Convencional:**

VAN = S/. 123 406 119

Realizando la explotación de mineral del tajo 863 por el método mecanizado (sistema de rampas y brazos) se tiene una diferencia favorable de **S/. 3 292 266** (tres millones doscientos noventa y dos mil doscientos sesenta y seis soles), **lo cual hace RENTABLE el proyecto planteado.**

## ANEXO

## BALANCE DE VENTILACIÓN EN MINA ORCOPAMPA

Cuadro 15: Balance de Ventilación en Orcopampa

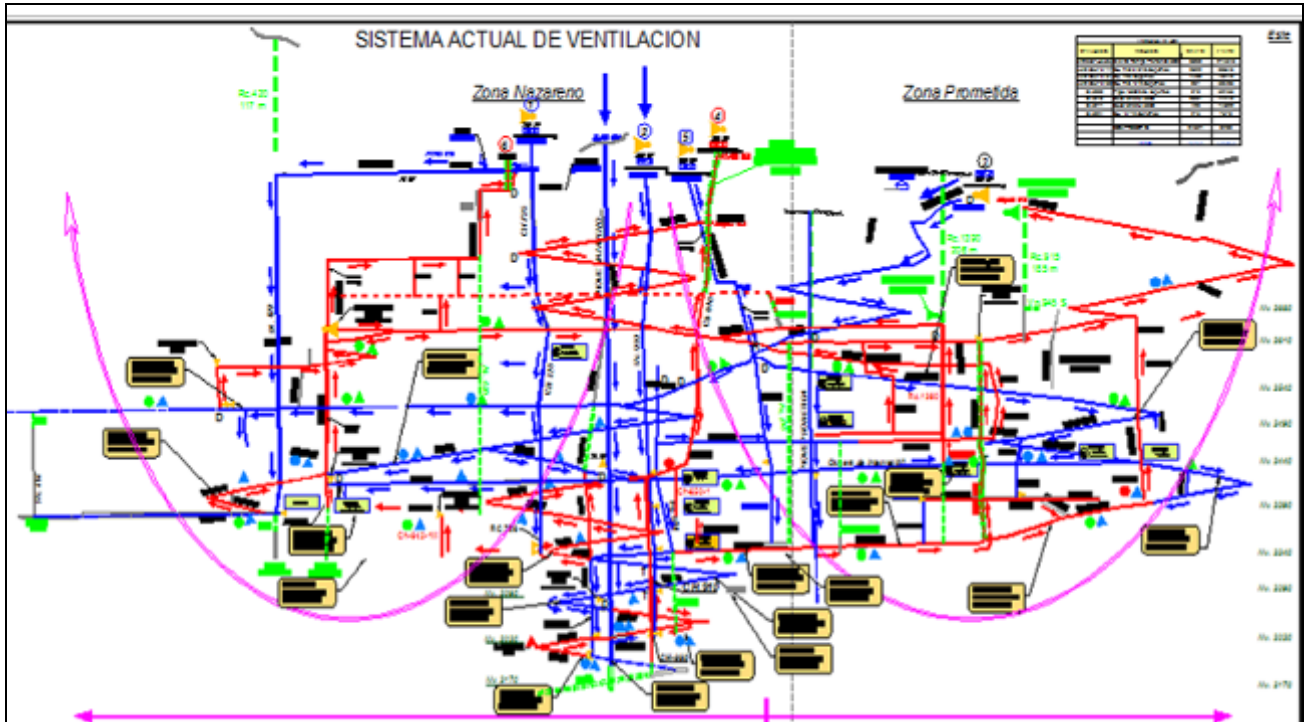
ENTRADAS DE AIRE			
N° ESTACIÓN	UBICACIÓN	M.C.P.M.	P.C.P.M.
Ventilador Howden	B. Mina Rampa Prometida 3800	6,069	214,343
Ventilador N° 17	CH. R.C.N° 910, Superficie	2,822	99,646
Ventilador N° 54	CH. 725, Superficie	1,409	49,742
Ventilador N° 50	CH. R.B. N° 2, Superficie	861	30,405
E/V 009	Pique Nazareno, superficie	910	32,135
E/V 010	Boca Mina Nv. 3860	2,201	77,742
E/V 011	Boca Mina Nv. 3830	420	14,822
E/V 024	CH. N° 12, Superficie	213	7,518
	COMPRESORAS	246.21	8,700
	<b>TOTAL:</b>	<b>15,151</b>	<b>535,053</b>

SALIDAS DE AIRE			
N° ESTACIÓN	UBICACIÓN	M.C.P.M	P.C.P.M.
E/V 01	B. Mina Rampa Raúl 3800	5,801	204,844
E/V 013	B. Mina Rampa Mario 3800	5,103	180,208
Extractor N° 9	CH. R.C. 625, Superficie	1,102	38,923
Extractor N° 1	Chimenea 940 , Superficie	3,145	111,082
	<b>TOTAL:</b>	<b>15,151</b>	<b>535,057</b>
	<b>DIFERENCIA :</b>	<b>0</b>	<b>-4</b>

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa

## PLANO ISOMÉTRICO DE VENTILACIÓN EN ORCOPAMPA

Figura 34: Sistema Actual de Ventilación en Orcopampa



Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – U.E.A. Orcopampa