

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MINERA



**“ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LAS VÍAS DE
ACCESO AL MINERAL ACUMULADO DEL TAJO MARÍA”**

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

PRESENTADO POR:
OMAR DAVID, HERRERA SÁNCHEZ

Lima - Perú

2011

DEDICATORIA:

A mí familia, en quienes siempre encontré el estímulo
para seguir hacia adelante.

AGRADECIMIENTO

A los integrantes del área de Operaciones Mina de la U.E. Corihuarmi,
un equipo de trabajo que es una familia.

RESUMEN

La mina Corihuarmi propiedad de Minera IRL, es una mina de oro ubicada a 160 km (aproximadamente) al sur este de la ciudad de Lima, sobre los Andes Centrales a una altitud promedio de 4800 msnm.

Respetando la política de confidencialidad de la información se modificó algunos datos de índole privado de la empresa, con lo cual no se altera el objetivo del presente trabajo.

Inició sus operaciones en marzo del 2008, cuenta con tres Tajos Sandra, Dora y María, de los cuales solo en el Tajo Dora se viene ejecutando el diseño final de taludes y banquetas. En el Tajo Sandra se está realizando el minado total nivel por nivel según los diseños de estabilidad de taludes.

Actualmente se busca elevar su producción a 2 millones de toneladas de mineral durante el año 2011. Como parte de este programa de aumento en la producción se tiene identificada una zona de material coluvial en el Talud del Tajo Sandra, en el cual la principal dificultad se encuentra en la realización de vías de acceso a dicho material. Es esta zona la denominada Tajo María.

Este proyecto busca realizar el análisis financiero de las vías operativas que se generaran para el ingreso al material del Tajo María.

Se tiene un cálculo de aproximadamente 2, 250,000 toneladas de mineral con una ley promedio de 0,5 gramos de oro por tonelada en dicho tajo.

Cabe señalar que en dicho material se encuentran presentes fragmentos de roca de tamaños muy superiores a los establecidos para ser enviados a la chancadora, esto significa la realización de voladura secundaria tanto para realizar el avance de las rampas de acceso como para la propia extracción del mineral.

Es por esta razón la necesidad de realizar vías de acceso hacia este material acumulado, por ello se realizó el siguiente proyecto en el cual se detalla la inversión y costos operativos que se efectuarán frente al tonelaje y ley que se podrá recuperar.

Una descripción de la topografía y las leyes de la zona en mención, nos ha permitido obtener un dimensionamiento de los accesos y un análisis económico que sustente la viabilidad operativa de su construcción como acceso al minado de este material acumulado.

Una evaluación económica del costo de oportunidad de inversión de este proyecto, el valor presente neto del flujo de caja (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) serán las herramientas con las cuales sustentaremos la elaboración del presente proyecto.

RESUMEN

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

RESUMEN

ÍNDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I: DESCRIPCIÓN DE LA PROPIEDAD Y LOCALIZACIÓN

- 1.1 ANTECEDENTES
- 1.2 LOCALIZACIÓN
- 1.3 INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS
- 1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO OPERATIVO
- 1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CAPITULO II: GEOLOGÍA

- 2.1 GEOLOGÍA REGIONAL
- 2.2 GEOLOGÍA LOCAL
- 2.3 LITOLOGÍA
- 2.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL
- 2.5 MINERALOGÍA
- 2.6 RECURSOS MINERALES
- 2.7 AFLORAMIENTO

2-8 MINERALIZACIÓN

2.9 GEOMECÁNICA

2.9.1 Resistencia de la Roca

2.9.2 Resistencia de la masa Rocosa

CAPITULO III: MINERIA

3.1 DISEÑO DE PIT

3.2 PLAN DE MINADO

3.3 COSTO DE CAPITAL

CAPITULO IV: PROYECTO ECONÓMICO

4.1 COSTOS

4.2 ANÁLISIS DE FLUJO DE CAJA

4.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL VAN

4.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD TIR

V. CONCLUSIONES

VI. RECOMENDACIONES

VII- BIBLIOGRAFÍA

IX. ANEXOS

Anexo 01: Plano de Ubicación

Anexo 02: Diseño de Acceso a parte Baja del Tajo María

Anexo 03: Diseño de Acceso a parte Baja del Tajo Dora

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1: Resultados de ensayo de golpes con el Martillo Geólogo
- Tabla 2: Resultados de Compresión Triaxial
- Tabla 3: Características de resistencia de la masa rocosa del tajo Dora
- Tabla 4: Características de resistencia de la masa rocosa del tajo Sandra
- Tabla 5: Parámetros de Diseño
- Tabla 6: Costos Unitarios
- Tabla 7: Costos del Acceso Dora Sur Tramo 1
- Tabla 8: Costos del Acceso Dora Sur Tramo 2
- Tabla 9: Costos del Acceso Dora Sur Tramo 3
- Tabla 10: Costos del Acceso Dora Sur Tramo 4
- Tabla 11: Costos del Acceso Sandra Sur Tramo 1
- Tabla 12: Costos del Acceso Sandra Sur Tramo 2
- Tabla 13: Resumen de Costos de los Accesos
- Tabla 14: Resumen de Costos Operativos
- Tabla 15: Flujo de Caja para \$ 800 la Oz de Au
- Tabla 16: Flujo de Caja para \$ 900 la Oz de Au
- Tabla 17: Flujo de Caja para \$ 1000 la Oz de Au
- Tabla 18: Flujo de Caja para \$ 1100 la Oz de Au
- Tabla 19: Flujo de Caja para \$ 1200 la Oz de Au
- Tabla 20: Flujo de Caja para \$ 1300 la Oz de Au
- Tabla 21: Flujo de Caja para \$ 1400 la Oz de Au

CAPITULO I: DESCRIPCIÓN DE LA PROPIEDAD Y LOCALIZACIÓN

1.1. ANTECEDENTES

La mina Corihuarmi es una mina de oro propiedad de la empresa Minera IRL, de capitales peruanos y australianos.

En el año 2000 Minera IRL inicia sus inversiones en el Perú en el desarrollo de avanzados proyectos auríferos. En el año 2002 IRL S.A. inicia sus operaciones con su equipo de trabajo debidamente registrado en el Perú por Investor Resources Ltd. Fue en ese año, Octubre del 2002, en la que Minera IRL S.A. adquiere los derechos del proyecto aurífero Corihuarmi de manos de la Compañía peruana Minera Andina de Exploraciones - Minandex, como un potencial depósito diseminado de oro.

Desde aquella vez se han efectuado campañas de perforaciones diamantinas y estudios varios a fin de determinar su condición definitiva.

En marzo del 2008 entró en operación la mina Corihuarmi, luego de 9 meses de construcción. La mina superó las expectativas con 51,691 onzas producidas hasta

el final del diciembre del 2008, a un costo efectivo operativo de US\$161 por onza. El costo capital de US\$20 millones y aproximadamente US\$7 millones de pre desarrollo fueron recuperados de pre impuestos de la mina en los primeros 7 meses. Actualmente cuenta con tres tajos Sandra, Dora y María.

1.2. LOCALIZACIÓN

Geográficamente la Mina Corihuarmi está localizada en la región Oeste de la Cordillera Oriental de los Andes Centrales del Perú. Específicamente en los distritos de Chongos Altos, Huantan y Tupe, en las provincias de Yauyos (Lima) y Huancayo (Junín). El centro de la propiedad está aproximadamente a 40 Km. de la capital de la provincia de Yauyos y aproximadamente a 12 Km. al SE del centro poblado de Atcas, a una altitud entre 4500 - 5000 msnm.

Específicamente los depósitos se ubican en la provincia de Huancayo entre las siguientes coordenadas UTM:

E 439,200 E 440,000

N 8610,000 N 8610,400

El área de estudio es accesible desde la ciudad de Lima mediante la Carretera Central sobre la ruta Lima – Huancayo (Junín), a una distancia de 305 Km., recorrida en un promedio de 6 horas.

Desde allí continúa una distancia de 305 Km. por carretera afirmada en un promedio de 4 horas adicionales hasta la zona de estudio.

1.3. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

La unidad minera Corihuarmi cuenta con una chancadora primaria con una capacidad de 5,000 toneladas por día.

Los equipos con los que se cuenta son:

13 volquetes Mercedes Benz Actros de 17 m³ de capacidad,

02 Excavadoras Caterpillar modelo 336 DL,

01 Cargador Frontal Caterpillar modelo 966H,

01 Tractor Caterpillar modelo D8T,

01 Tractor Caterpillar modelo D6T,

01 Motoniveladora Caterpillar modelo 140H,

01 Rodillo Caterpillar modelo CS53,

01 Retroexcavadora Caterpillar modelo 420E y

01 Cisterna de Agua 5000 galones.

1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO OPERATIVO

La explotación del yacimiento se realiza con el método a cielo abierto, con rampas con una gradiente máxima de 10% y un ancho de 8m, la altura de los bancos es de 5m.

El proceso operativo de la mina Corihuarmi consta de las siguientes fases:

- a) **Perforación:** Esta fase consiste en la penetración del macizo rocoso a través de una perforadora con el objetivo de generar una cavidad denominada taladro la cual permitirá que el explosivo sea introducido dentro de ella, para luego proceder a la voladura.

La perforación se lleva a cabo mediante una perforadora Track Drill marca Sandvick modelo DX-800 la cual perfora taladros de 4 pulgadas de diámetro y 5 metros de profundidad.

- b) Voladura:** Representa la segunda operación unitaria dentro de la operación minera, tiene por objetivo arrancar las rocas por medio de explosivos colocados en los taladros, consiguiendo que la fragmentación de las rocas sean de un tamaño deseado por las otras operaciones unitarias que dependen de ella, como lo son: Procesos de carguío, chancado, botaderos, paredes de talud, molienda. Ellos son los que evalúan si el proceso de voladura fue bueno o necesita mejorar. La voladura es realizada por la propia empresa para lo cual se utiliza Anfo embolsado y Emulsión encartuchada como carga explosiva así como faneles duales y faneles CTD como accesorios.

Luego de la voladura se habilita el frente de carguío con un Tractor CAT modelo D8T, una Motoniveladora CAT modelo 140H y un Rodillo CAT modelo CS53.

- c) Carguío y Acarreo hacia Chancadora:** Corresponde a la extracción y desplazamiento del material previamente fragmentado del frente de trabajo, para lo cual se utilizan 02 excavadoras CAT modelo 336 DL en el carguío del material del tajo, estos equipos de carguío trabajan junto a los 13 volquetes Mercedes Benz modelo Actros con capacidad de 17 m³.
- d) Chancado:** El mineral se descarga hacia la Tolva de Gruesos de 50 TMS de capacidad, construida en acero estructural, con una parrilla estacionaria

de fierro, espaciadas a una luz de 60cm x 60cm, donde el mineral es alimentado por intermedio de volquetes, el cual descarga en un Grizzly Vibratorio (pre clasificador) de 3.5' x 21' con parillas de 4" y accionado por un motor de 30 HP, el cual permite la separación entre los materiales gruesos y los finos.

Los gruesos (mayor que 4") alimentan a la chancadora de quijadas de 32" x 48". La descarga de la chancadora y los finos (-4") del Grizzly, descarga en la Faja transportadora donde se adicionará la cal por intermedio de un tornillo alimentador hasta llevarlo a un pH de 10,5 aproximadamente.

Para la protección del personal y del medio ambiente existe el sistema de riego presurizado en la Chancadora donde se produce la mayor cantidad de polvos.

El mineral apilado en el área de chancado con una granulometría mayor a 80% - 4" es transportado hacia el Pad de Lixiviación.

- e) **Transporte hacia Pad:** Luego de pasar el material extraído del tajo por la chancadora empieza a formarse el cono de material chancado para lo cual con 01 cargador CAT modelo 966H y los volquetes Mercedes Benz modelo Actros con capacidad de 17 m³ se realizarán el carguío y acarreo del material del cono hacia el Pad de Lixiviación. Descargado el material al final de la rampa previamente preparada con la celda correspondiente, avanzando progresivamente a un mismo nivel de 8 metros de altura del lift. Concluido el llenado de la celda se procede el removido de la capa

superior que ha sido compactado por el tránsito de volquetes con la ayuda de un tractor de orugas CAT modelo D6T.

- f) Lixiviación:** Una vez concluido la remoción de la Celda se procede con el tendido e instalación de riego por goteo o por aspersión; la primera se realiza con una manguera lay flat de 4" de donde salen las mangueras de 16mm; la segunda instalando tuberías matriz de yellowmine de 3" de donde salen tuberías yellowmine de 2" y se coloca los aspersores cada 6 metros.

La línea principal de lixiviación proviene del tanque barren, que se encuentra en la planta, en el cual se adiciona el cianuro a una fuerza de 120-150 ppm, con un pH de 10,5. El flujo de riego en las celdas es de 10lt/hr-m².

La percolación de la solución a través del mineral acumulado en el PAD, lixiviará los valores de oro y plata para luego ser colectados por las tuberías de drenaje y conducidos a la poza de solución pregnant (PLS).

- g) Adsorción:** Actualmente el Proceso de Adsorción cuenta con 1 circuito de 5 columnas y cada columna tiene 2 TM de capacidad de carbón activado.

La solución rica producto de la lixiviación en pilas es bombeada desde la poza PLS a los circuitos de adsorción. Los valores de oro y plata serán retenidos por el carbón activado contenidos en las columnas.

La solución que sale del circuito de adsorción es conducida al tanque barren pasando por la malla 20 del DSM, previamente ocurre la

compensación de cianuro de sodio y cal si fuera necesario. La solución lixivante es bombeado a las pilas de lixiviación a una concentración de NaCN de 120-150 ppm y pH de 10.3-10.5.

- h) Desorción:** El proceso de desorción utilizado en Minera IRL es el Zadra presurizado. La desorción se produce haciendo circular una solución alcalina con 1 % de hidróxido de sodio (NaOH) y calentada a 130 grados centígrados y 50 PSI, a través del reactor que contiene al carbón enriquecido, removiendo el oro presente en el carbón, enriqueciéndose de este modo la solución.
- i) Electrodeposición:** La solución caliente que sale del reactor antes de ingresar a las celdas es enfriada mediante un intercambiador de calor hasta llegar a una temperatura de 65 °C. Esta solución pasa a través de 1 celda electrolítica de 18 cátodos depositándose el oro y la plata en los cátodos de lana de acero. El voltaje de operación se mantiene en 3,0 y el amperaje en 1000. Este proceso tiene una duración de 18 horas. Los cátodos electrolíticos son retirados de la celda para lavar y filtrar el cemento de oro antes de ingresar a la fundición.
- j) Fundición:** El cemento de oro después de lavado y filtrado es fundido a 1100 °C en un horno basculante con inyección de petróleo previa adición de fundentes, obteniéndose un bullion de oro – plata.

1.5. Descripción del Proyecto:

El fin del presente estudio contempla la evaluación económica del minado del material morrénico/coluvial depositado en el en la parte S-SW del Tajo Sandra y S-SE del Tajo Dora, la cual está constituida principalmente por material con contenidos de oro erosionado del talud de las partes altas de los tajos Sandra y Dora.

Es a este depósito al que se denomina Tajo María, considerando las vías de acceso al material acumulado así como la voladura secundaria que se deberá realizar debido a la presencia de fragmentos de dimensiones superiores al estándar operativo (mayores a 90 cm.), para ello se realizó el trazado de las opciones posibles para la implementación de dicho acceso. Así como el cálculo de horas equipo necesarias para realizar los accesos.

De esta forma se conseguirá ingresar a una zona de minado adicional a la considerada en los planes de producción, facilitando así el incremento del tonelaje de mineral producido.

CAPITULO II: GEOLOGÍA

2.1. GEOLOGÍA REGIONAL

La geología regional de los Andes peruanos está conformado por grandes procesos litoestratigráficos, estructurales, geomorfológicos y geodinámicos producidos en tiempo geológico.

Su origen está signado a la dinámica de la tectónica de placas. En la costa peruana se evidencia una zona de convergencia del tipo de margen continental activo producto de la subducción de la placa tectónica de Nazca hacia la plataforma continental sudamericana. Este proceso se inicia en la zona de subducción (alta temperatura y densidad), en la que la roca se funde produciéndose una solución llamada magma, de composición intermedia a ácida.

Por diferencia de densidades este magma asciende intruyéndose sucesivamente.

En el camino este magma se va enfriando y por procesos físico-químicos reacciona alterando y mineralizando su entorno litoestratigráfico y

geomorfológico. La Cordillera de los Andes es el resultado de este fenómeno geológico en muchos periodos compresivos.

El sector Oeste de la Cordillera de los Andes está compuesto por un arco volcánico. En este extremo de la cordillera se ubican muchos depósitos mineralizados definidos por cinturones y distritos mineros. Así, la zona de la mina Corihuarmi se ubica al Norte del “Cinturón epitermal oro-plata del sur del Perú”.

En Corihuarmi se encuentran principalmente dos zonas mineralizadas: Sandra y Dora. Estas corresponden a un modelo epitermal de alta sulfurización, cuyo sistema actuaba en rocas volcánicas y sedimentarias terciarias, que fueron intruidas por dacitas y latitas porfídicas en el terciario tardío.

En Corihuarmi, las evidencias geológicas y físicas sugieren un ambiente de caldera volcánica, con rocas volcánicas intermedia a ácidas, básicamente Andesita, formaciones cilíndricas verticales de brechas, piro clastos y tufos, así como domos riolíticos y dacíticos. La mineralización epitermal típica tiene una paragénesis de sílice poroso-alunita-sulfuro nativo. Las características topográficas dominantes son afloramientos silicosos de gran altura alineados en una dirección NW-SE.

Los rasgos topográficos dominantes presentan una alineación NE-SE. Se sabe además que el sistema de los fluidos hidrotermales responsables de la mineralización de oro fue proveído mediante la coincidente intersección de las tendencias de fallas regionales NW, NE y EW. Geológica y geoquímicamente es similar a otros depósitos de alta sulfuración descubiertos en el Perú: Yanacocha (JV Newmont-Buenaventura-BRGM), Pierina (Barrick), Sipán (Hochschild) y, al

parecer, a un buen número de prospectos que se vienen desarrollando dentro del mismo contexto en la franja de rocas volcánicas del Paleógeno-Neógeno.

2.2. GEOLOGÍA LOCAL

El depósito de Corihuarmi está compuesto por rocas volcánicas intermedia y ácidas, con afloramientos de secuencias andesíticas estériles y secuencias dacíticas y riódacíticas mineralizadas. Las características topográficas notables están comúnmente en rocas volcánicas, hidrotermalmente alteradas por fluidos de composición silicosa, dado la presencia de sílice cavernosa o masiva. Estos afloramientos silicosos son la base de las zonas hidrotermales de alteración, rodeados por un halo de alteración Argílica. Se identificó solamente pequeñas partes de alteración Propilítica.

Los depósitos de oro sobre los cuales se desarrolla el Proyecto Corihuarmi están en dos afloramientos conocidos: Sandra, el más grande, y Dora, el más pequeño. Ambos están compuestos por sílice masiva o cavernosa (dacitas silicificadas). El contenido de sílice en la zona mineralizada puede ser 90% o más. Generalmente, el oro se asocia a la sílice cavernosa, pero no toda la sílice cavernosa contiene oro.

El depósito Sandra está cubierto por sílice estéril, representando probablemente el estadio final de la deposición hidrotermal. El contenido de oro es notablemente uniforme a través de las decenas de metros de grosor, tendiendo a desaparecer en los bordes. En Sandra y Dora, las cubiertas con leyes mayores a 0,4g/t de Au tiene de 15 m a 50 m de espesor, con orientación SE. Sandra parece ser más dura y silicificada que Dora. En ambos afloramientos, dentro de la cubierta mineralizada,

las mejores leyes están en los niveles superiores, con una tendencia negativa siguiendo el buzamiento. Esto puede estar relacionado con la ubicación del sistema de alimentación de oro, dado en alguna zona entre el ángulo NW de Sandra y el SE de Dora, donde se localizan las mejores leyes.

2.3. LITOLOGÍA

Principalmente afloran derrames volcánicos andesíticos-dacíticos y flujos de brechas volcánicas, donde se evidencian una intensa alteración hidrotermal, reconociéndose las siguientes alteraciones: silicificación, argílica avanzada, argílica y propilítica. Asimismo gran parte del área se encuentra cubierta por depósitos cuaternarios de origen glacial y coluvial.

2.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Por su ubicación en el arco magmático Occidental Andino, podemos deducir que el área de prospección se relaciona con la actividad plutónica y magmática produciendo un volcanismo calco alcalino originados por la convergencia de la Placa Oceánica de Nazca con la Continental Sudamericana, todo ello dentro del ambiente tectónica del arco interno continental (back arc). El fracturamiento regional dominante es el de un típico tectonismo de bloques con un sistema conjugado de orientación andina (NNW) y otros de orientación anti andinas (W-E y NE-SW) y que, al parecer, constituyen el principal control de ascenso tanto del material magmático como de los fluidos ácidos relacionados a la mineralización de Au; de ahí, que el yacimiento Corihuarmi exhiba un control estructural en la ubicación de los cuerpos centrales del sistema.

Dentro de la zona en estudio ha sido posible ubicar las siguientes estructuras:

a) Fallas Mayores en Dora

Solamente una falla importante fue identificada en Dora. Esta falla está en el límite entre Dora y los depósitos de Brecha Eli. La orientación promedio es 075/59. El movimiento normal puede ser deducido por zonas de fractura dislocadas. La falla expresiva se localiza en la pared oriental. Ésta tiene un buzamiento NW con un ángulo promedio de 20°.

b) Fallas Mayores en Sandra

Este afloramiento fue el más afectado por el fallamiento que su vecina Dora. Se identificó cinco fallas o zonas de fallas principales, de arriba a abajo: Falla tope, falla superior, falla suroriental, falla inferior y “fallas basales”.

c) Falla Tope en Sandra

La traza de la falla fue dibujada con una línea verde y con un buzamiento Este. Se tomó solamente cinco medidas confiables. Se mostró una posición subhorizontal para esta falla, con buzamientos entre 10° y 26°. Las estriaciones son oblicuas, con buzamiento normalmente hacia el Este. Una medida de estriación muestra un movimiento local hacia el norte en el extremo norte de esta falla. La falla tope limita una zona argílica identificada en la cima topográfica de Sandra.

d) Falla Superior en Sandra

Su traza se puede seguir a través de los afloramientos, mostrando un modelo de “cola de caballo” en el extremo Este. El estereograma en el punto S-070 muestra una geometría regular del buzamiento, entre 10° y 30° al Oeste (con polo en 280/18). La falla superior limita con la base de la zona silicificada y mineralizada de Sandra. Se identificó dos familias de estriación. La más antigua muestra un movimiento al NE (azimut 300° - 310°), cortado por una transversal con movimiento hacia el oeste y con buzamiento echado (azimut $\sim 265^\circ$).

e) Falla Inferior en Sandra

Su traza se puede seguir solamente en la parte sur de la cima de Sandra. Normalmente aflora cerca de las paredes verticales que bordean el macizo. El diagrama estereográfico muestra una geometría regular con buzamiento entre 20° y 30° hacia el oeste. Las estriaciones son normales, con movimiento inclinado hacia abajo (azimut $\sim 270^\circ$).

f) Falla SE de Sandra

Esta falla tienen un buzamiento SE y su traza fue seguido a través de 100 m entre la Falla Superior y Falla Inferior. Los ángulos de buzamiento están alrededor de 30° , localmente alcanza 38° . La estriación muestra un movimiento hacia el SE, oblicuo y normal.

Esta falla parece estar relacionada con una zona silicificada y paralela y asociada con una posible falla principal que limita con el afloramiento de Sandra hacia el Sur. Si existe esta falla, la zona mineralizada se repite y se oculta bajo los depósitos al sur de Sandra.

g) Fallas Basales de Sandra:

Estas fallas se localizan en el borde sur del afloramiento de Sandra. Son fallas con buzamiento ESE y bajo ángulo. La estriación muestra un movimiento al este, normal, hacia abajo.

h) Juntas

Las estructuras planares sin movimiento entre las paredes fueron descritas como juntas. Solamente las fracturas con una persistencia mínima de 2 metros fueron medidas y las más pequeñas fueron consideradas como juntas dispersas. Se observó normalmente dos sistemas transversales o familias en cada punto con una relación angular variable.

CAPITULO III: MINERALOGÍA

3.1. RECURSOS MINERALES:

El yacimiento de Corihuarmi está localizado en la parte norte del cinturón epitermal sur de Au-Ag, es un depósito epitermal del tipo ácido sulfato de alta sulfuración, con la presencia de oro diseminado de baja ley, se explota dos tajos Dora y Sandra. Su formación se dio a una profundidad relativamente superior.

3.2. MINERALIZACIÓN

La mineralización está alojada en rocas volcánicas dacíticas y andesíticas, que han sido objeto de alteración epitermal resultando en silicificación penetrante. La mineralización de oro más importante en Corihuarmi se produce en dos colinas o lóbulos separados por resistentes erosiones, estas colinas a que se refiere son las zonas de Dora y Sandra. Las dos zonas están separadas por aproximadamente 175 metros y se interpretan como se han desarrollado a lo largo de los márgenes al noreste de una andesita hacia una cúpula de pórfido dacita.

La mineralización en ambas zonas se encuentra alojado en el plano o a muy poca inmersión de rocas dacíticas silicificadas y sílice vugular junto con varias brechas hidrotermales. El contenido de sílice dentro de las zonas mineralizadas es del 90% o superior y la mineralización de oro se presenta en forma de óxidos.

El desmonte tiene presencia de mineral argilizado (arcillas como caolín, alunita, sericita y son de una coloración blanquecina).

3.3. AFLORAMIENTO

En el depósito Corihuarmi hay un intermedio entre las rocas ácido volcánicas con secuencias andesíticas, donde afloran secuencias mineralizadas dacíticas y riódacítico. Las características topográficas son comúnmente las rocas volcánicas, con alteración hidrotermal con fluidos de composición silícea, dado sílice vugular o masiva. Estos afloramientos silíceos son el núcleo de zonas de alteración hidrotermal, rodeado por un halo de alteración argílica. Ambos depósitos están compuestos por sílice masiva o vugular (sílice dacitas). Sandra es coronada por sílice estéril, que probablemente representa la fase final de la deposición hidrotermal, y en general parece más difícil y más silicificada que Dora. La matriz sílice- Vugular se caracteriza por presencia de óxidos de hierro remanente, a veces intensa, por lo general da la roca una textura porosa, excepto en las zonas de silicificación masiva. Brechas hidrotermales se observan en algunas áreas.

El contexto tectónico de Corihuarmi es muy superficial y prevalece la tectónica frágil. La alteración hidrotermal destruye casi todas las estructuras primarias en las rocas volcánicas, excepto la textura porfídica. Los contactos entre

las zonas de alteración hidrotermal coinciden, en algún caso, con los contactos entre los dominios geomecánicos. Hay un fuerte control estructural, donde las fallas principales definen diferentes dominios geomecánicos. Las fallas se han observado en el afloramiento y en escala de montaña, todos los defectos principales son normales, lo que indica un ambiente tectónico extensional. La mayoría de las fallas muestran desplazamientos laterales, con el movimiento oblicuo. Algunos planos de falla afloran a lo largo de más de 200 metros cuadrados y se reconocen fácilmente.

CAPITULO IV: GEOMECÁNICA

“La información que se describe en el presente ítem es una revisión del Estudio Geotécnico de la Mina Corihuarmi, realizado por la empresa Vector Perú S.A. en abril del 2008”.

4.1. RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA:

La caracterización de la masa de roca y la determinación de las propiedades asociados del material de la mina Corihuarmi se basaron en los registros de perforación, reporte de laboratorio y la cartografía con la que cuenta la unidad minera Corihuarmi.

Uno de los parámetros más importantes para evaluar el comportamiento mecánico de la masa rocosa es la resistencia compresiva no confinada de la roca intacta (σ_c). Los valores de este parámetro fueron obtenidos en la etapa de campo y laboratorio, los mismos que fueron determinados utilizando los procedimientos que a continuación se detallan:

Ensayos de golpes con el martillo de geólogo, según normas ISRM, efectuados durante el mapeo geotécnico. Los resultados de estos ensayos están consignados directamente en los formatos de los mapeos geotécnicos.

TABLA 1: RESULTADOS DE ENSAYO DE GOLPES CON EL MARTILLO GEÓLOGO

Muestra	Litología	σ_c – MPa
<i>Tajo Dora</i>		
M1-TD	Argílico	39.50
M2-TD	Cuarzo Caolín	43.06
<i>Tajo Sandra</i>		
M1-TS	Sílice Vuggy	72.20
M2-TS	Sílice Masiva	26.13

Fuente: Elaboración propia

Otro parámetro importante y de interés para el presente estudio, es la constante “ m_i ” de la roca intacta del criterio de falla de Hoek & Brown (2002-2006). Este parámetro fue obtenido mediante la ejecución de ensayos de compresión triaxial en laboratorio de mecánica de rocas, llevados a cabo como parte del presente estudio del diseño de taludes propuestos

Tabla 2: Resultados de Compresión Triaxial

Bloque	Litología	σ_c – MPa	“ m_i ”	Cohesión “C” (MPa)	Ángulo de Fricción
<i>Tajo Dora</i>					
M1-TD	Argílico	40.65	10.47	9.87	40.47
M2-TD	Cuarzo Caolín	9.71	4.6	3.22	25.87
<i>Tajo Sandra</i>					
M1-TS	Sílice Vuggy	40.65	9.63	11.34	41.44
M2-TS	Sílice Masiva	35.74	7.13	9.19	36.27

Fuente: Elaboración propia

4.2. RESISTENCIA DE LA MASA ROCOSA

Para estimar los parámetros de resistencia de la masa rocosa, se utilizó el criterio de falla de Hoek & Brown (2002-2006) y el programa Roclab Versión 1.031 de Rocscience Inc. (2007). Los datos de entrada fueron: la calidad de la masa rocosa, la resistencia compresiva uniaxial de la roca intacta, el “ m_i ”, el factor de perturbación debido a la voladura (0.70), la altura que tendrá el talud y la densidad de la roca.

Para un mejor entendimiento en la presentación de los resultados, los parámetros de resistencia de la masa rocosa fueron determinados para cada tipo de alteración de la roca en cada dominio estructural, considerando secciones típicas de los tajos proyectados.

Tabla 3: Características de resistencia de la masa rocosa del tajo Dora

Bloque	Litología	RMR	σ_c – MPa	δ (KN/m ³)	“ m_i ”	H (m)	Cohesión “C” (MPa)	Ángulo de Fricción
M1-TD	Argílico	47	39.5	22	10.03	50	9.87	37.28
M2-TD	Cuarzo Caolín	46	43.06	20.5	1.041	50	3.22	22.32

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Características de resistencia de la masa rocosa del tajo Sandra

Bloque	Litología	RMR	σ_c – MPa	δ (KN/m ³)	“ m_i ”	H (m)	Cohesión “C” (MPa)	Ángulo de Fricción
M1-TS	Sílice Vuggy	56	39.5	18.89	13.07	50	11.34	47.71
M2-TS	Sílice Masiva	42	26.13	20.66	12.95	50	9.19	38.96

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V: PARÁMETROS DE LA MINA

5.1. DISEÑO DE PIT

Para el diseño del Pit se tuvo en consideración los siguientes parámetros.

Tabla 5: PARÁMETROS DE DISEÑO

ALTURA DE BANCOS	m	5
ANCHO DE BANCOS	m	3
ANGULO TALUD BANCO SANDRA Y DORA (BFA)	Grados	70 (0.364H/1V), si fuera 65 (0.46H/1V)
ANGULO TALUD BANCO MARIA (BFA)	Grados	62 (0.53H/1V) Y 58 (0.61/1V)
ANGULO TALUD FINAL SANDRA Y DORA (OA)	Grados	46°
ANGULO TALUD FINAL MARIA (OA)	Grados	32° y 36°
ALTURA TAJO DORA	msnm	4710 a 4875
ALTURA TAJO SANDRA	msnm	4810 a 4900
ALTURA ZONA MARIA	msnm	4689.5 a 4836.13
ALTURA DE BANCOS SANDRA Y DORA	m	Simples en talud operación: 5 y 10
	m	Dobles en talud final: 20
ALTURA DE BANCOS MARIA	m	Simples en talud operación: 5 y 10
	m	Simples en talud final: 10
ANCHO DE BANCOS SANDRA Y DORA	m	6.5 para Bancos dobles de 10 m.
	m	8.5 para Bancos cuádruples de 20 m.
ANCHO DE BANCOS MARIA	m	10 y 7m para Bancos Simples de 10 m.
ANCHO BERMA	m	Si $HB \leq 9$, $A = 2 + 0.2 \times h$
	m	Si $HB \geq 9$, $A = 4.5 + 0.2 \times h$
ANGULO TALUD BANCO DORA Y SANDRA (BFA)	Grados	70° y en caso de encontrar roca más suaves 65°

ANGULO TALUD MARIA (BFA)	Grados	62° a 58°
ÁNGULO TALUD FINAL SANDRA Y DORA (OA)	Grados	Para Bancos dobles de 10 m. con bermas de 6.5 m. 45° (0.9H/1V)
	Grados	Para Bancos cuádruples de 20 m. con bermas de 8.5 m. 52° (0.79H/1V)
ANGULO TALUD FINAL MARIA (OA)	Grados	Para Bancos dobles de 10 m. con bermas de 10 y 7 m. 32° y 36° (1.57H/1V y 1.36H/1V))
RAMPAS:	m	>= 3 veces el ancho del vehículo más grande de la mina para vías de doble sentido.
RAMPAS:	m	>= 2 veces el ancho del vehículo más grande de la mina para vías de un solo sentido. Gradiente de rampas No mayores al 12% Gradiente de rampas No mayores al 12%
BERMAS:	m	No menor a las $\frac{3}{4}$ partes del diámetro de la llanta del vehículo más grande de la mina.
CARRETERA DE ALIVIO:	%	Pendiente mayor a 5% que permita ayudar a la reducción de la velocidad del equipo.

Fuente: Elaboración propia

5.2. PLAN DE MINADO

El Plan de Minado para el Tajo María consta de dos etapas.

Una primera etapa en la que se desarrollará el minado desde los niveles superiores del material coluvial, para ello se construyo 2,2 kilómetros de vía de acceso a través del Tajo Dora por la zona Sur mediante la cual se realiza el minado en 4 niveles mediante bancos de 5 metros de altura produciendo 370,000 toneladas de mineral durante los primeros 6 meses. En esta etapa se realizará voladura secundaria al existir material de dimensiones superiores a las establecidas para transportar a la chancadora.

La segunda etapa se desarrollará a través de la parte baja del Tajo Sandra en la zona sur en la que se construirán 3.8 kilómetros de vía de acceso así como se

realizará el desbroce de una capa de material orgánico (aproximadamente 30 cm.) el cual se encuentra cubriendo el material a minar. En esta etapa se tiene previsto alcanzar un minado de 1, 880,000 toneladas de mineral.

Ambas etapas se podrán desarrollar de forma independiente al no existir el riesgo de trabajar con material encima el cual pudiese descender.

5.3. COSTOS DE MINADO

Para el análisis se utilizó los siguientes costos unitarios, los cuales son solo una aproximación de los costos unitarios reales.

Tabla 6: Costos Unitarios

ACTIVIDAD	\$/t
Perforación	0,59
Voladura	0,43
Carguío	0,28
Acarreo	0,45
Carguío CH	0,16
Acarreo CH	0,26
Empuje	0,17
Servicios Auxiliares	0,27
Mantenimiento vías	0,14
Costo unitario Total (\$/ton)	2,75

5.4. PROGRAMA DE PRODUCCIÓN DEL TAJO MARÍA

Producción Programada Mensual Tajo María			
Periodo	Toneladas	Au g/t	Oz Au
1ª mes	55,000	0.75	1,326.22
2ª mes	55,000	0.75	1,326.22
3ª mes	60,000	0.70	1,350.33
4ª mes	60,000	0.70	1,350.33
5ª mes	70,000	0.65	1,462.86
6ª mes	70,000	0.60	1,350.33
7ª mes	80,000	0.55	1,414.63
8ª mes	80,000	0.55	1,414.63
9ª mes	80,000	0.55	1,414.63
10ª mes	80,000	0.55	1,414.63
11ª mes	80,000	0.55	1,414.63
12ª mes	80,000	0.55	1,414.63
13ª mes	90,000	0.50	1,446.78
14ª mes	90,000	0.50	1,446.78
15ª mes	90,000	0.50	1,446.78
16ª mes	90,000	0.50	1,446.78
17ª mes	90,000	0.50	1,446.78
18ª mes	90,000	0.50	1,446.78
19ª mes	90,000	0.50	1,446.78
20ª mes	90,000	0.45	1,302.10
21ª mes	90,000	0.45	1,302.10

22ª mes	90,000	0.45	1,302.10
23ª mes	100,000	0.40	1,286.03
24ª mes	100,000	0.40	1,286.03
25ª mes	100,000	0.40	1,286.03
26ª mes	100,000	0.40	1,286.03
27ª mes	100,000	0.40	1,286.03

Fuente: Elaboración propia

Resumen de Producción Programada

Tonelaje Desmonte	225,000.00
Tonelaje Mineral	2,250,000.00
Tonelaje Total	2,475,000.00
S.R.	0.10

5.5 COSTOS DE CAPITAL

Se realizaron dos accesos.

El primero por el Tajo Dora en la parte Sur el cual consistía en 2.2 Km en los cuales se desarrollaron trabajos de perforación, voladura, empuje, nivelación, compactación, carguío y acarreo. Se inicio en el nivel 4820, descendiendo a los niveles 4815, 4810 y 4805. Siendo el costo total en este acceso **\$53,318.13**

Tabla 7: Costos del Acceso Dora Sur Tramo 1

Acceso Dora Sur		
Tramo 1 Nv 4820	km	0.70
	T	19,000.00
Perforación	t/m	19.00
	m	1,000.00
	\$/m	14.50
	\$	14,500.00
Voladura	\$/t	0.58
	\$	11,020.00
Empuje	T	5,700.00
	t/h	500.00
	horas	11.40
	\$/h	98.00
	\$	1,117.20
Nivelación	Km	0.70
	Km/h	0.05
	horas	14.00
	\$/h	50.00
	\$	700.00
Compactación	Km	0.70
	Km/h	0.06
	horas	11.67
	\$/h	35.00
	\$	408.33
Carguío	t	19,000.00
	\$/t	0.38
	\$	7,220.00

Acarreo	T	19,000.00
	\$/t	0.68
	\$	12,920.00
Costo		47,885.53

Tabla 8: Costos del Acceso Dora Sur Tramo 2

Acceso Dora Sur		
Tramo 2 Nv 4815	km	0.50
	Tonelaje	13,000.00
Empuje	t	5,200.00
	t/h	500.00
	horas	10.40
	\$/h	98.00
	\$	1,019.20
Nivelación	Km	0.50
	Km/h	0.05
	horas	10.00
	\$/h	50.00
	\$	500.00
Compactación	Km	0.50
	Km/h	0.06
	horas	8.33
	\$/h	35.00
	\$	291.67
Costo		1,810.87

Tabla 9: Costos del Acceso Dora Sur Tramo 3

Acceso Dora Sur		
Tramo 3 Nv 4810	km	0.50
	Tonelaje	13,000.00
Empuje	t	5,200.00
	t/h	500.00
	horas	10.40
	\$/h	98.00
	\$	1,019.20
Nivelación	Km	0.50
	Km/h	0.05
	horas	10.00
	\$/h	50.00
	\$	500.00
Compactación	Km	0.50
	Km/h	0.06
	horas	8.33
	\$/h	35.00
	\$	291.67
Costo		1,810.87

Tabla 10: Costos del Acceso Dora Sur Tramo 4

Acceso Dora Sur		
Tramo 4 Nv 4805	km	0.50
	Tonelaje	13,000.00
Empuje	t	5,200.00
	t/h	500.00
	horas	10.40
	\$/h	98.00
	\$	1,019.20
Nivelación	Km	0.50
	Km/h	0.05
	horas	10.00
	\$/h	50.00
	\$	500.00
Compactación	Km	0.50
	Km/h	0.06
	horas	8.33
	\$/h	35.00
	\$	291.67
Costo		1,810.87

El segundo acceso fue por el Tajo Sandra en la parte Sur el cual consistía en 3.8 Km en los cuales se desarrollaron trabajos de perforación, voladura, empuje, nivelación, compactación, carguío y acarreo. Siendo el costo total en este acceso \$ 291,116.84.

Tabla 11: Costos del Acceso Sandra Sur Tramo 1

Acceso Sandra Sur		
Tramo 1	Km	1.70
	T	75,000.00
Perforación	t/m	19.00
	M	3,947.37
	\$/m	14.50
	\$	57,236.84
Voladura	\$/t	0.58
	\$	43,500.00
Empuje	T	30,000.00
	t/h	500.00
	Horas	60.00
	\$/h	98.00
	\$	5,880.00
Nivelación	Km	1.70
	Km/h	0.05
	Horas	34.00
	\$/h	50.00
	\$	1,700.00
Compactación	Km	1.70
	Km/h	0.06
	Horas	28.33
	\$/h	35.00
	\$	991.67
Carguío	T	45,000.00
	\$/t	0.38
	\$	17,100.00
Acarreo	T	45,000.00
	\$/t	0.68
	\$	30,600.00
Costo		157,008.51

Tabla 12: Costos del Acceso Sandra Sur Tramo 2

Acceso Sandra Sur		
Tramo 2	Km	2.1
	T	92,000.00
Perforación	t/m	19.00
	M	4,842.11
	\$/m	14.50
	\$	70,210.53
Voladura	\$/t	0.58
	\$	53,360.00
Empuje	Tonelaje	36,800.00
	t/h	500.00
	H	73.60
	\$/h	98.00
	\$	7,212.80
Nivelación	Km	2.10
	Km/h	0.05
	horas	42.00
	\$/h	50.00
	\$	2,100.00
Compactación	Km	2.10
	Km/h	0.06
	horas	35.00
	\$/h	35.00
	\$	1,225.00
Costo		134,108.33

Tabla 13: Resumen de Costos de los Accesos

Costo Total de Accesos (\$)	344,434.97
Kilómetros Totales (Km)	6.0
Costo Unitario (\$/Km)	57,405.83

CAPITULO VI: EVALUACION ECONÓMICA

6.1 COSTOS:

Luego de realizar el cálculo de los costos de accesos (Gastos de Capital), calculamos los costos totales mes a mes de acuerdo al tonelaje a producirse, para ello nos basamos en el costo operativo de minado, el cual es resultado de los costos de minado Open Pit, costos de procesos y costos administrativos.

Tabla 14: Resumen de Costos Operativos

Costos	
	\$
Gastos de Capital	344,435
Costo total mensual 1 y 2 mes	397,100
Costo total mensual 3 y 4 mes	433,200
Costo total mensual 5 y 6 mes	505,400
Costo total mensual 7 y 12 mes	577,600
Costo total mensual 13 y 22 mes	649,800
Costo total mensual 23 y 27 mes	722,000
Costo minado Open Pit (\$/Tn)	2.75
Costo Proceso (\$/Tn)	1.65
Costos Administrativos (\$/Tn)	2.00
Costos Operativos Minado (\$/Tn)	6.40

6.2. ANÁLISIS DE FLUJO DE CAJA

TABLA 15: FLUJO DE CAJA PARA \$ 800 LA OZ DE AU

Flujo de Caja						
	FASE	Ventas	Gastos de Capital	Costo Mensual	Beneficios (\$) Antes de Impuestos	Beneficios (\$) Después de Impuestos
	Inversión en construcción de Accesos		344,435			-344,435
1ª mes	Operación	689,633	2,067	352,000	335,566	218,118.15
2ª mes	Operación	689,633	2,067	352,000	335,566	218,118.15
3ª mes	Operación	702,172	2,067	384,000	316,105	205,468.36
4ª mes	Operación	702,172	2,067	384,000	316,105	205,468.36
5ª mes	Operación	760,686	2,067	448,000	310,619	201,902.67
6ª mes	Operación	702,172	2,067	448,000	252,105	163,868.36
7ª mes	Operación	735,609	2,067	512,000	221,542	144,002.25
8ª mes	Operación	735,609	2,067	512,000	221,542	144,002.25
9ª mes	Operación	735,609	2,067	512,000	221,542	144,002.25
10ª mes	Operación	735,609	2,067	512,000	221,542	144,002.25
11ª mes	Operación	735,609	2,067	512,000	221,542	144,002.25
12ª mes	Operación	735,609	2,067	512,000	221,542	144,002.25
13ª mes	Operación	752,327	2,067	576,000	174,260	113,269.19

Fuente: Elaboración propia

Flujo de Caja						
14 ^a mes	Operación	752,327	2,067	576,000	174,260	113,269.19
15 ^a mes	Operación	752,327	2,067	576,000	174,260	113,269.19
16 ^a mes	Operación	752,327	2,067	576,000	174,260	113,269.19
17 ^a mes	Operación	752,327	2,067	576,000	174,260	113,269.19
18 ^a mes	Operación	752,327	2,067	576,000	174,260	113,269.19
19 ^a mes	Operación	752,327	2,067	576,000	174,260	113,269.19
20 ^a mes	Operación	677,094	2,067	576,000	99,028	64,367.95
21 ^a mes	Operación	677,094	2,067	576,000	99,028	64,367.95
22 ^a mes	Operación	677,094	2,067	576,000	99,028	64,367.95
23 ^a mes	Operación	668,735	2,067	640,000	26,668	17,334.47
24 ^a mes	Operación	668,735	2,067	640,000	26,668	17,334.47
25 ^a mes	Operación	668,735	2,067	640,000	26,668	17,334.47
26 ^a mes	Operación	668,735	2,067	640,000	26,668	17,334.47
27 ^a mes	Operación	668,735	2,067	640,000	26,668	17,334.47

Fuente: Elaboración propia

% Recuperación	65.00%
-------------------	--------

* A un valor de \$ 800 la oz de Au

TABLA 16: FLUJO DE CAJA PARA \$ 900 LA OZ DE AU

Flujo de Caja							
	FASE	Ventas	Gastos de Capital	Costo Mensual	Beneficios (\$) Antes de Impuestos	Beneficios (\$) Después de Impuestos	
	Inversión en construcción de Accesos		344,435			-344,435	
	1ª mes	Operación	775,837	2,067	352,000	421,771	274,150.83
	2ª mes	Operación	775,837	2,067	352,000	421,771	274,150.83
	3ª mes	Operación	789,943	2,067	384,000	403,877	262,519.82
	4ª mes	Operación	789,943	2,067	384,000	403,877	262,519.82
	5ª mes	Operación	855,772	2,067	448,000	405,705	263,708.41
	6ª mes	Operación	789,943	2,067	448,000	339,877	220,919.82
	7ª mes	Operación	827,560	2,067	512,000	313,493	203,770.44
	8ª mes	Operación	827,560	2,067	512,000	313,493	203,770.44
	9ª mes	Operación	827,560	2,067	512,000	313,493	203,770.44
	10ª mes	Operación	827,560	2,067	512,000	313,493	203,770.44
	11ª mes	Operación	827,560	2,067	512,000	313,493	203,770.44
	12ª mes	Operación	827,560	2,067	512,000	313,493	203,770.44
	13ª mes	Operación	846,368	2,067	576,000	268,301	174,395.76

Fuente: Elaboración propia

Flujo de Caja						
14 ^a mes	Operación	846,368	2,067	576,000	268,301	174,395.76
15 ^a mes	Operación	846,368	2,067	576,000	268,301	174,395.76
16 ^a mes	Operación	846,368	2,067	576,000	268,301	174,395.76
17 ^a mes	Operación	846,368	2,067	576,000	268,301	174,395.76
18 ^a mes	Operación	846,368	2,067	576,000	268,301	174,395.76
19 ^a mes	Operación	846,368	2,067	576,000	268,301	174,395.76
20 ^a mes	Operación	761,731	2,067	576,000	183,664	119,381.85
21 ^a mes	Operación	761,731	2,067	576,000	183,664	119,381.85
22 ^a mes	Operación	761,731	2,067	576,000	183,664	119,381.85
23 ^a mes	Operación	752,327	2,067	640,000	110,260	71,669.19
24 ^a mes	Operación	752,327	2,067	640,000	110,260	71,669.19
25 ^a mes	Operación	752,327	2,067	640,000	110,260	71,669.19
26 ^a mes	Operación	752,327	2,067	640,000	110,260	71,669.19
27 ^a mes	Operación	752,327	2,067	640,000	110,260	71,669.19

Fuente: Elaboración propia

% Recuperación	65.00%
-------------------	--------

* A un valor de \$ 900 la oz de Au

TABLA 17: FLUJO DE CAJA PARA \$ 1,000 LA OZ DE AU

Flujo de Caja							
	FASE	Ventas	Gastos de Capital	Costo Mensual	Beneficios (\$) Antes de Impuestos	Beneficios (\$) Después de Impuestos	
	Inversión en construcción de Accesos		344,435			-344,435	
	1ª mes	Operación	862,041	2,067	352,000	507,975	330,184
	2ª mes	Operación	862,041	2,067	352,000	507,975	330,184
	3ª mes	Operación	877,715	2,067	384,000	491,648	319,571
	4ª mes	Operación	877,715	2,067	384,000	491,648	319,571
	5ª mes	Operación	950,858	2,067	448,000	500,791	325,514
	6ª mes	Operación	877,715	2,067	448,000	427,648	277,971
	7ª mes	Operación	919,511	2,067	512,000	405,444	263,539
	8ª mes	Operación	919,511	2,067	512,000	405,444	263,539
	9ª mes	Operación	919,511	2,067	512,000	405,444	263,539
	10ª mes	Operación	919,511	2,067	512,000	405,444	263,539
	11ª mes	Operación	919,511	2,067	512,000	405,444	263,539
	12ª mes	Operación	919,511	2,067	512,000	405,444	263,539
	13ª mes	Operación	940,409	2,067	576,000	362,342	235,522

Fuente: Elaboración propia

Flujo de Caja						
14 ^a mes	Operación	940,409	940,409	2,067	576,000	362,342
15 ^a mes	Operación	940,409	940,409	2,067	576,000	362,342
16 ^a mes	Operación	940,409	940,409	2,067	576,000	362,342
17 ^a mes	Operación	940,409	940,409	2,067	576,000	362,342
18 ^a mes	Operación	940,409	940,409	2,067	576,000	362,342
19 ^a mes	Operación	940,409	940,409	2,067	576,000	362,342
20 ^a mes	Operación	846,368	846,368	2,067	576,000	268,301
21 ^a mes	Operación	846,368	846,368	2,067	576,000	268,301
22 ^a mes	Operación	846,368	846,368	2,067	576,000	268,301
23 ^a mes	Operación	835,919	835,919	2,067	640,000	193,852
24 ^a mes	Operación	835,919	835,919	2,067	640,000	193,852
25 ^a mes	Operación	835,919	835,919	2,067	640,000	193,852
26 ^a mes	Operación	835,919	835,919	2,067	640,000	193,852
27 ^a mes	Operación	835,919	835,919	2,067	640,000	193,852

Fuente: Elaboración propia

%	65.00%
Recuperación	

* A un valor de \$ 1,000 la oz de Au

TABLA 18: FLUJO DE CAJA PARA \$ 1,100 LA OZ DE AU

FLUJO DE CAJA						
	FASE	Ventas	Gastos de Capital	Costo Mensual	Beneficios (\$) Antes de Impuestos	Beneficios (\$) Después de Impuestos
	Inversión en construcción de Accesos		344,435			-344,435
1ª mes	Operación	948,245	2,067	352,000	594,179	386,216
2ª mes	Operación	948,245	2,067	352,000	594,179	386,216
3ª mes	Operación	965,486	2,067	384,000	579,420	376,623
4ª mes	Operación	965,486	2,067	384,000	579,420	376,623
5ª mes	Operación	1,045,943	2,067	448,000	595,877	387,320
6ª mes	Operación	965,486	2,067	448,000	515,420	335,023
7ª mes	Operación	1,011,462	2,067	512,000	497,395	323,307
8ª mes	Operación	1,011,462	2,067	512,000	497,395	323,307
9ª mes	Operación	1,011,462	2,067	512,000	497,395	323,307
10ª mes	Operación	1,011,462	2,067	512,000	497,395	323,307
11ª mes	Operación	1,011,462	2,067	512,000	497,395	323,307
12ª mes	Operación	1,011,462	2,067	512,000	497,395	323,307
13ª mes	Operación	1,034,449	2,067	576,000	456,383	296,649

Fuente: Elaboración propia

Flujo de Caja						
14 ^a mes	Operación	1,034,449	2,067	576,000	456,383	296,649
15 ^a mes	Operación	1,034,449	2,067	576,000	456,383	296,649
16 ^a mes	Operación	1,034,449	2,067	576,000	456,383	296,649
17 ^a mes	Operación	1,034,449	2,067	576,000	456,383	296,649
18 ^a mes	Operación	1,034,449	2,067	576,000	456,383	296,649
19 ^a mes	Operación	1,034,449	2,067	576,000	456,383	296,649
20 ^a mes	Operación	931,005	2,067	576,000	352,938	229,410
21 ^a mes	Operación	931,005	2,067	576,000	352,938	229,410
22 ^a mes	Operación	931,005	2,067	576,000	352,938	229,410
23 ^a mes	Operación	919,511	2,067	640,000	277,444	180,339
24 ^a mes	Operación	919,511	2,067	640,000	277,444	180,339
25 ^a mes	Operación	919,511	2,067	640,000	277,444	180,339
26 ^a mes	Operación	919,511	2,067	640,000	277,444	180,339
27 ^a mes	Operación	919,511	2,067	640,000	277,444	180,339

Fuente: Elaboración propia

%	65.00%
Recuperación	

* A un valor de \$ 1,100 la oz de Au

TABLA 19: FLUJO DE CAJA PARA \$ 1,200 LA OZ DE AU

Flujo de Caja						
	FASE	Ventas	Gastos de Capital	Costo Mensual	Beneficios (\$) Antes de Impuestos	Beneficios (\$) Después de Impuestos
Inversión en construcción de Accesos	Construcción de Accesos		344,435			-344,435
1ª mes	Operación	1,034,449	2,067	352,000	680,383	442,249
2ª mes	Operación	1,034,449	2,067	352,000	680,383	442,249
3ª mes	Operación	1,053,258	2,067	384,000	667,191	433,674
4ª mes	Operación	1,053,258	2,067	384,000	667,191	433,674
5ª mes	Operación	1,141,029	2,067	448,000	690,963	449,126
6ª mes	Operación	1,053,258	2,067	448,000	603,191	392,074
7ª mes	Operación	1,103,413	2,067	512,000	589,346	383,075
8ª mes	Operación	1,103,413	2,067	512,000	589,346	383,075
9ª mes	Operación	1,103,413	2,067	512,000	589,346	383,075
10ª mes	Operación	1,103,413	2,067	512,000	589,346	383,075
11ª mes	Operación	1,103,413	2,067	512,000	589,346	383,075
12ª mes	Operación	1,103,413	2,067	512,000	589,346	383,075
13ª mes	Operación	1,128,490	2,067	576,000	550,424	357,775

Fuente: Elaboración propia

Flujo de Caja						
14 ^a mes	Operación	1,128,490	2,067	576,000	550,424	357,775
15 ^a mes	Operación	1,128,490	2,067	576,000	550,424	357,775
16 ^a mes	Operación	1,128,490	2,067	576,000	550,424	357,775
17 ^a mes	Operación	1,128,490	2,067	576,000	550,424	357,775
18 ^a mes	Operación	1,128,490	2,067	576,000	550,424	357,775
19 ^a mes	Operación	1,128,490	2,067	576,000	550,424	357,775
20 ^a mes	Operación	1,015,641	2,067	576,000	437,575	284,424
21 ^a mes	Operación	1,015,641	2,067	576,000	437,575	284,424
22 ^a mes	Operación	1,015,641	2,067	576,000	437,575	284,424
23 ^a mes	Operación	1,003,103	2,067	640,000	361,036	234,673
24 ^a mes	Operación	1,003,103	2,067	640,000	361,036	234,673
25 ^a mes	Operación	1,003,103	2,067	640,000	361,036	234,673
26 ^a mes	Operación	1,003,103	2,067	640,000	361,036	234,673
27 ^a mes	Operación	1,003,103	2,067	640,000	361,036	234,673

Fuente: Elaboración propia

% Recuperación	65.00%
-------------------	--------

* A un valor de \$ 1,200 la oz de Au

TABLA 20: FLUJO DE CAJA PARA \$ 1,300 LA OZ DE AU

Flujo de Caja						
	FASE	Ventas	Gastos de Capital	Costo Mensual	Beneficios (\$) Antes de Impuestos	Beneficios (\$) Después de Impuestos
Inversión en construcción de Accesos	Construcción de Accesos		344,435			-344,435
1ª mes	Operación	1,120,654	2,067	352,000	766,587	498,282
2ª mes	Operación	1,120,654	2,067	352,000	766,587	498,282
3ª mes	Operación	1,141,029	2,067	384,000	754,963	490,726
4ª mes	Operación	1,141,029	2,067	384,000	754,963	490,726
5ª mes	Operación	1,236,115	2,067	448,000	786,048	510,931
6ª mes	Operación	1,141,029	2,067	448,000	690,963	449,126
7ª mes	Operación	1,195,364	2,067	512,000	681,297	442,843
8ª mes	Operación	1,195,364	2,067	512,000	681,297	442,843
9ª mes	Operación	1,195,364	2,067	512,000	681,297	442,843
10ª mes	Operación	1,195,364	2,067	512,000	681,297	442,843
11ª mes	Operación	1,195,364	2,067	512,000	681,297	442,843
12ª mes	Operación	1,195,364	2,067	512,000	681,297	442,843
13ª mes	Operación	1,222,531	2,067	576,000	644,465	418,902

- Fuente: Elaboración propia

Flujo de Caja

14 ^a mes	Operación	1,222,531	2,067	576,000	644,465	418,902
15 ^a mes	Operación	1,222,531	2,067	576,000	644,465	418,902
16 ^a mes	Operación	1,222,531	2,067	576,000	644,465	418,902
17 ^a mes	Operación	1,222,531	2,067	576,000	644,465	418,902
18 ^a mes	Operación	1,222,531	2,067	576,000	644,465	418,902
19 ^a mes	Operación	1,222,531	2,067	576,000	644,465	418,902
20 ^a mes	Operación	1,100,278	2,067	576,000	522,211	339,437
21 ^a mes	Operación	1,100,278	2,067	576,000	522,211	339,437
22 ^a mes	Operación	1,100,278	2,067	576,000	522,211	339,437
23 ^a mes	Operación	1,086,694	2,067	640,000	444,628	289,008
24 ^a mes	Operación	1,086,694	2,067	640,000	444,628	289,008
25 ^a mes	Operación	1,086,694	2,067	640,000	444,628	289,008
26 ^a mes	Operación	1,086,694	2,067	640,000	444,628	289,008
27 ^a mes	Operación	1,086,694	2,067	640,000	444,628	289,008

Fuente: Elaboración propia

%	65.00%
Recuperación	

* A un valor de \$ 1,300 la oz de Au

Tabla 21: Flujo de Caja para \$ 1,400 la oz de Au

Flujo de Caja

	FASE	Ventas	Gastos de Capital	Costo Mensual	Beneficios (\$) Antes de Impuestos	Beneficios (\$) Después de Impuestos
Inversión en construcción de Accesos	Construcción de Accesos		344,435			-344,435
1ª mes	Operación	1,206,858	2,067	352,000	852,791	554,314
2ª mes	Operación	1,206,858	2,067	352,000	852,791	554,314
3ª mes	Operación	1,228,801	2,067	384,000	842,734	547,777
4ª mes	Operación	1,228,801	2,067	384,000	842,734	547,777
5ª mes	Operación	1,331,201	2,067	448,000	881,134	572,737
6ª mes	Operación	1,228,801	2,067	448,000	778,734	506,177
7ª mes	Operación	1,287,315	2,067	512,000	773,248	502,611
8ª mes	Operación	1,287,315	2,067	512,000	773,248	502,611
9ª mes	Operación	1,287,315	2,067	512,000	773,248	502,611
10ª mes	Operación	1,287,315	2,067	512,000	773,248	502,611
11ª mes	Operación	1,287,315	2,067	512,000	773,248	502,611
12ª mes	Operación	1,287,315	2,067	512,000	773,248	502,611
13ª mes	Operación	1,316,572	2,067	576,000	738,505	480,029

Fuente: Elaboración propia

Flujo de Caja						
14ª mes	Operación	1,316,572	2,067	576,000	738,505	480,029

15ª mes	Operación	1,316,572	2,067	576,000	738,505	480,029
16ª mes	Operación	1,316,572	2,067	576,000	738,505	480,029
17ª mes	Operación	1,316,572	2,067	576,000	738,505	480,029
18ª mes	Operación	1,316,572	2,067	576,000	738,505	480,029
19ª mes	Operación	1,316,572	2,067	576,000	738,505	480,029
20ª mes	Operación	1,184,915	2,067	576,000	606,848	394,451
21ª mes	Operación	1,184,915	2,067	576,000	606,848	394,451
22ª mes	Operación	1,184,915	2,067	576,000	606,848	394,451
23ª mes	Operación	1,170,286	2,067	640,000	528,220	343,343
24ª mes	Operación	1,170,286	2,067	640,000	528,220	343,343
25ª mes	Operación	1,170,286	2,067	640,000	528,220	343,343
26ª mes	Operación	1,170,286	2,067	640,000	528,220	343,343
27ª mes	Operación	1,170,286	2,067	640,000	528,220	343,343

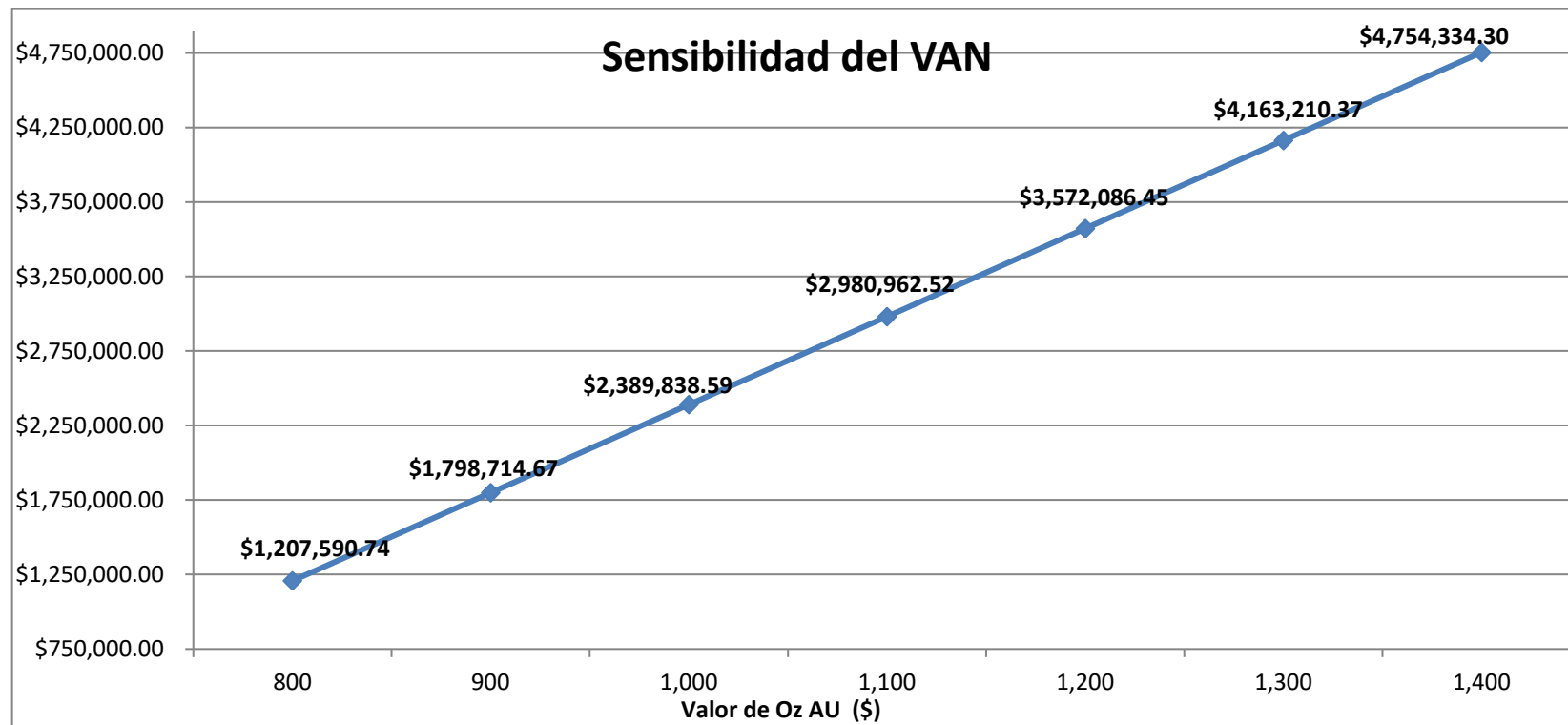
Fuente: Elaboración propia

%	65.00%
Recuperación	

* *A un valor de \$ 1,400 la oz de Au*

6.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL VAN:

Análisis de Sensibilidad VAN							
Valor Oz Au (\$)	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400
VAN	\$1,207,590.74	\$1,798,714.67	\$2,389,838.59	\$2,980,962.52	\$3,572,086.45	\$4,163,210.37	\$4,754,334.30

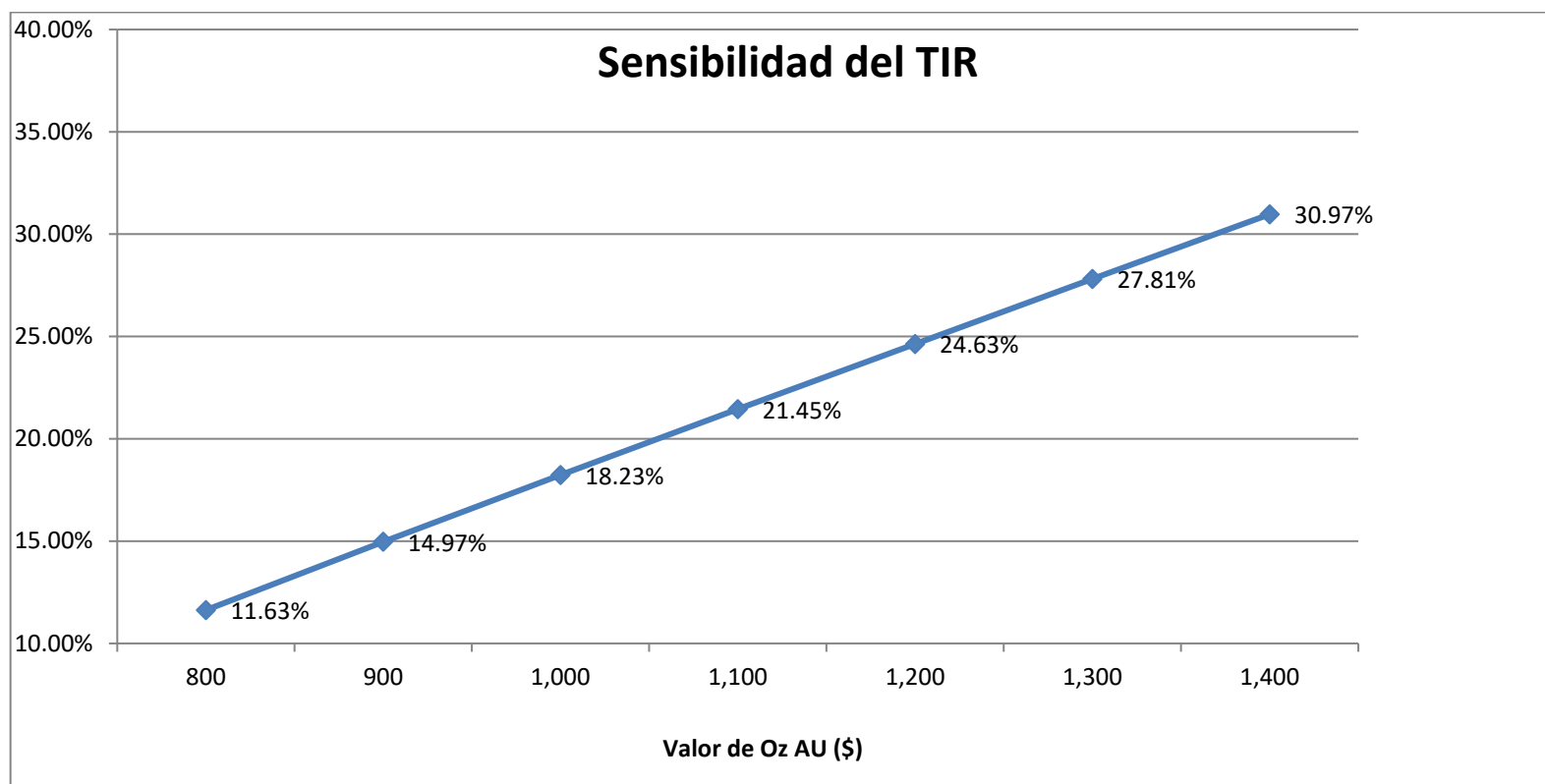


Fuente: Elaboración propia

Para un costo de oportunidad (r) = 8%

6.4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD TIR:

Análisis de Sensibilidad TIR							
Valor Oz Au (\$)	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400
TIR	60.33%	77.69%	94.59%	111.26%	127.80%	144.25%	160.65%



Fuente: Elaboración propia

Para un costo de oportunidad (r) = 8%

VII. CONCLUSIONES

- Luego de realizar el respectivo análisis de Sensibilidad del TIR y el VAN para diferentes precios de la onza de oro, se demuestra que el proyecto de minado es económicamente factible. Para ello se realizó simulaciones con el flujo de caja según los posibles escenarios que podrían darse en cuanto a la variación del precio de la onza de oro, en un rango de valores desde \$800 la onza (en el peor de los escenarios) hasta \$1400 la onza (siendo conservadores en el mejor de los escenarios). Obteniéndose en todos los casos valores del VAN positivos ($VAN > 0$) y valores del TIR mayores al costo de oportunidad ($TIR > r$).
- Se producirán 2,250,000 toneladas de mineral y 225,000 toneladas de desmonte obteniéndose un Streaping Ratio de 0.1.
- Se tuvo un costo unitario en la construcción de accesos de \$/Km 57,405, esto debido a que en algunos tramos debió realizarse trabajos de perforación y voladura.
- Para un valor de \$ 1,000 la onza de oro, valor conservador con el que se realiza el planeamiento, se tiene un TIR de 18.23% y un VAN de

\$\$2.389.838,59, en ambos casos considerando los impuestos. El tiempo estimado del retorno de la inversión (Payback) será 1.1 mes después de iniciada la producción. Esto debido a que durante los primeros meses el minado se hará en las zonas con mayor concentración de ley.

- El haber elegido iniciar el minado desde la parte superior (Dora Sur) nos permite acondicionar la zona para evitar caídas de material hacia la parte baja, evitando así accidentes y dando una mayor seguridad al ingresar a minar en la zona baja (Sandra Sur).
- Ante cualquier variación negativa del precio del oro, la inversión en la construcción de los accesos ya estará cubierta debido a que en el programa de minado se consideró comenzar a minar en la zona con mayor ley.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el muestreo en el frente de carguío debido al origen coluvial del mineral, el cual puede presentar cambios en su concentración de ley según el avance del minado.
- El material de la parte baja (Sandra Sur) contiene abundantes finos (40 %), lo cual es un problema para su tratamiento por el método metalúrgico empleado en nuestra mina. A la fecha se realizaron pruebas metalúrgicas de tal manera que se concluyo un tratamiento del minado por aglomeración y/o blending , en el cual se deberá respetar la proporción de 2:1 entre el mineral de los otros Tajos (Sandra y Dora) y el mineral del Tajo María.

BIBLIOGRAFIA

- Enviromental Solutions S.A.C. (Setiembre 2010). Estudio Geotécnico de Ampliación de los tajos Sandra, Dora y María – Mina Corihuarmi
- Bargsted, C. & Kettlun,A. (Mayo 2009). Indicadores Financieros en la Evaluación de proyectos.
- Aliste, V. Díaz, A. Fuenzalida, R. & González, M. (Octubre 2008). Criterios de Evaluación de proyectos.
- Kappes, Cassiday & Associates (Abril 2006). Corihuarmi Feasibility Study.

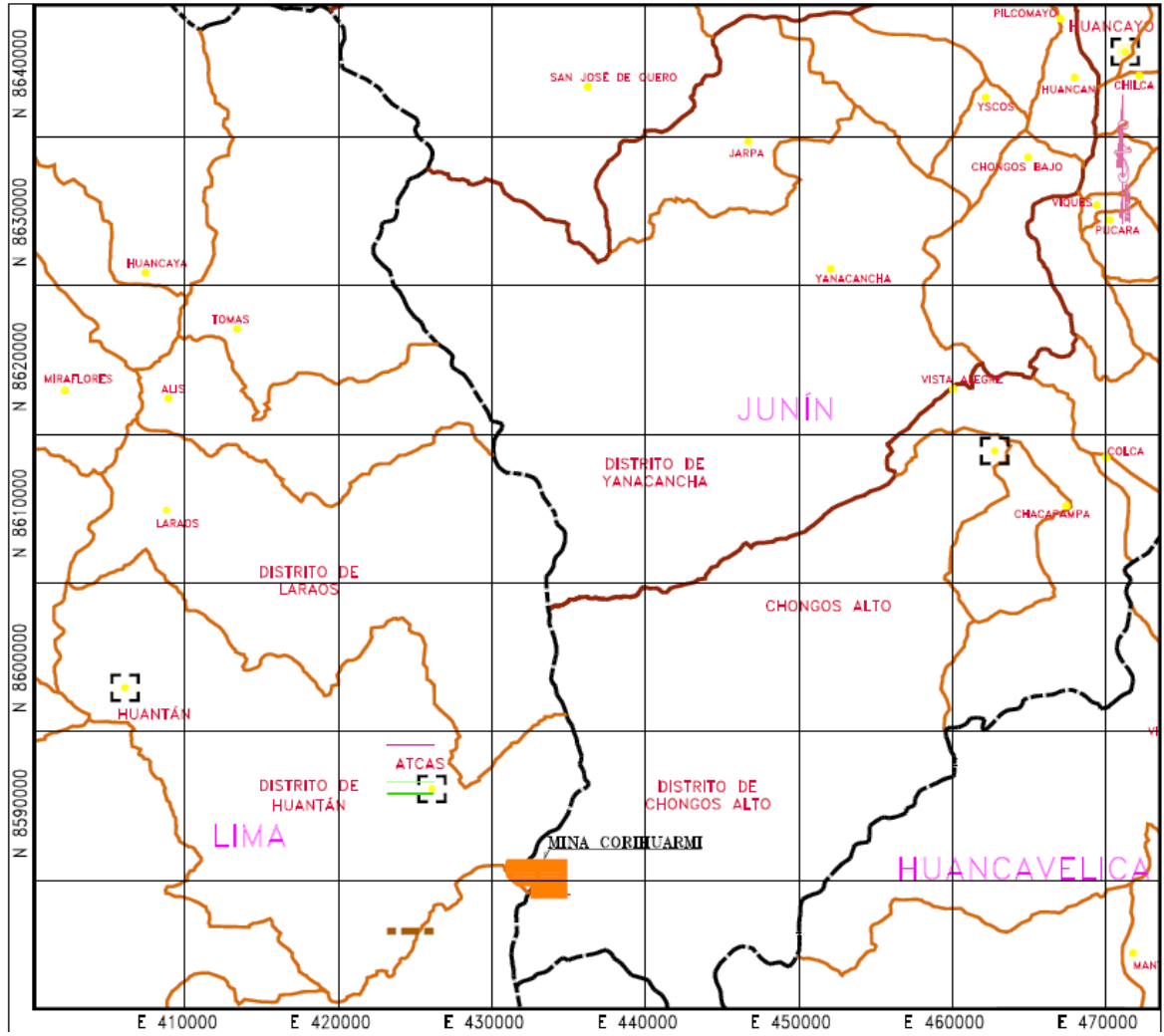
ANEXOS

Anexo 01: Plano de Ubicación

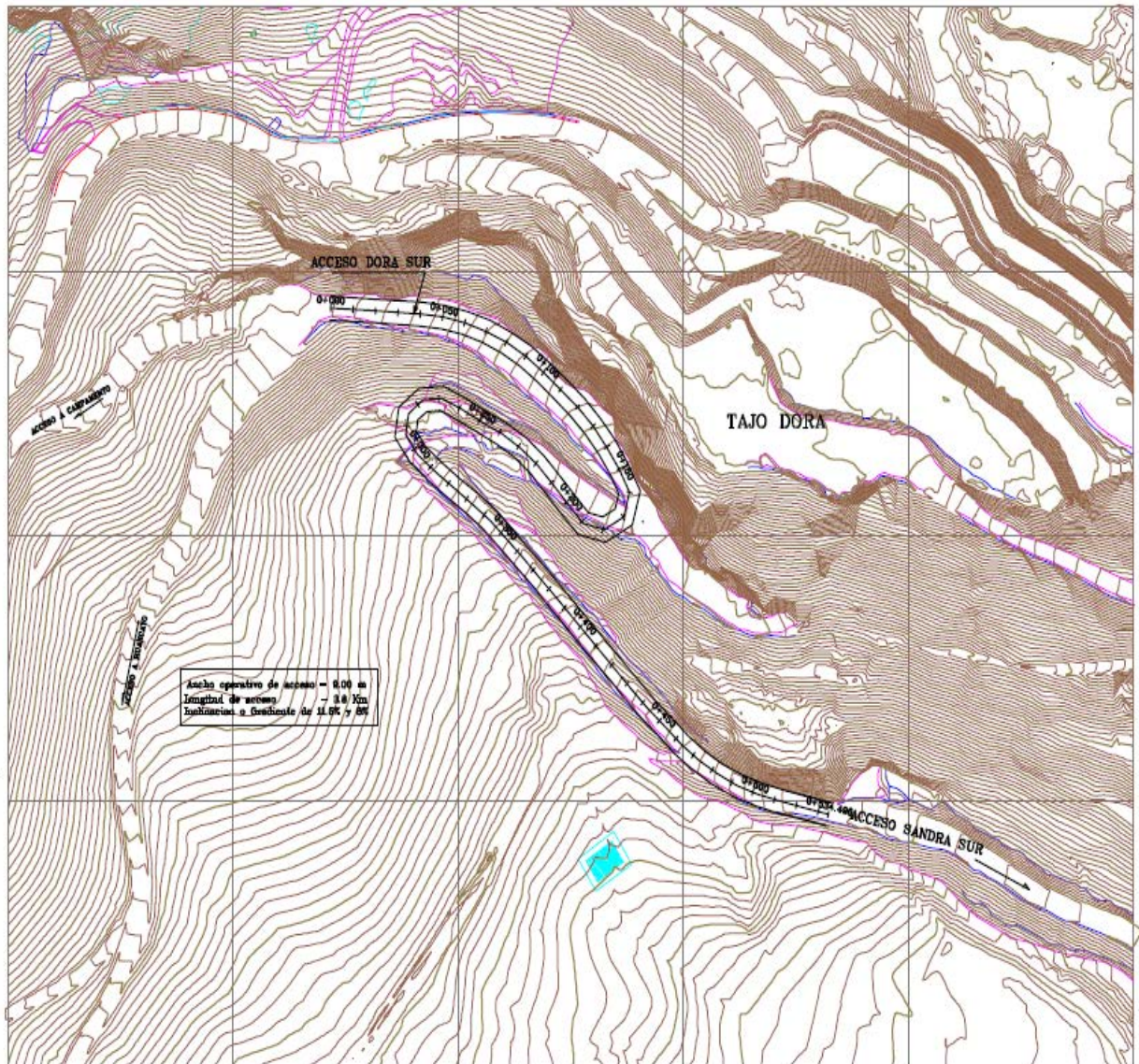
Anexo 02: Diseño de Acceso a parte Baja del Tajo María

Anexo 03: Diseño de Acceso a parte Baja del Tajo Dora

Anexo 01: Plano de Ubicación



Anexo 02: Diseño de Acceso a parte Baja del Tajo María



Anexo 03: Diseño de Acceso a parte Baja del Tajo Dora

