

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



“EVALUACIÓN ECONOMICA DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MINERAL EN EL NV 2410 UNIDAD MINERA SANTA MARIA DE CIA MINERA PODEROSA”

INFORME DE SUFICIENCIA

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

**ELABORADO POR:
HECTOR AGUIRRE HUAMANI**

**ASESOR:
ING. AUGUSTO TEVES ROJAS**

**LIMA - PERU
2013**

DEDICATORIA

A Genaro y Paulina, mis queridos padres
Por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

A mis hermanos y hermanas.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida.

Al Ingeniero Augusto Teves Rojas por asesorarme en el desarrollo de mi
tesis.

A los Ingenieros Abel Astete Gonzales y Miguel Calcine Corrido por sus
enseñanzas.

A los profesionales que laboraron y laboran en Compañía Minera.

A los profesores de la Universidad Nacional de Ingeniería y mis colegas de
la escuela (UNI) que me brindaron su valioso apoyo en mi formación
profesional.

RESUMEN

La presente investigación titulada “EVALUACIÓN ECONOMICA DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MINERAL EN EL NV 2410 EN LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN SANTA MARIA DE CIA MINERA PODEROSA” está orientada a realizar una extracción con un menor costo, disminuyendo el riesgo de abastecimiento de mineral en los Niveles que se encuentran fuera de las instalaciones de la zona industrial por algún problema social.

Bajo este contexto se fundamenta la construcción de una Rampa y dos Chimeneas *Raise Climber*. Tomando en cuenta el planeamiento estratégico de Compañía Minera Poderosa en la Unidad de Producción Santa María, se proyecta para el 2014 un incremento de producción y de capacidad de Planta. Esto demandará mayor número de labores que a su vez generarán un mayor movimiento de mineral y desmonte, se evalúa económicamente el sistema de extracción actual con el sistema propuesto empleando los indicadores financieros del valor actual neto y tasa interna de retorno (VAN, TIR).

ABSTRACT

This research entitled "ECONOMIC EVALUATION OF THE EXTRACTION SYSTEM OF ORE IN THE NV 2410 IN THE UNIT OF PRODUCTION SANTA MARIA OF PODEROSA MINING COMPANY" is designed to perform an extraction with lower cost, decreasing the risk of ore supply at levels that are outside the facilities of the industrial zone by a social problem.

In this context the construction of a ramp and two fireplaces Raise Climber is needed. Taking into account the strategic planning of Poderosa Mining Company in the Unit of Production Santa Maria, for 2014 we estimate an increment of ore production grow and the plant capacity. This will require more work, which in turn will generate a greater movement of ore and waste, the economic evaluation of the existing system with the proposed system using financial indicators of the net present value and internal rate of return (NPV, TIR).

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	10
OBJETIVO.....	11
ALCANCE.....	11
CAPITULO I – ASPECTOS GENERALES.....	12
1.1 UBICACIÓN.....	12
1.2 ACCESIBILIDAD.....	14
1.3 RELIEVE Y CLIMA.....	14
1.3.1 Relieve.....	14
1.3.2 Clima.....	14
1.4 GEOLOGÍA.....	15
1.4.1 Geología regional.....	15
1.4.2 Geología local.....	16
1.4.3 Geología estructural.....	17
1.5 GEOMORFOLOGÍA.....	18
1.6 LITOLOGÍA.....	18
1.7 CARACTERÍSTICAS DEL YACIMIENTO.....	19
1.8 GEOMETRÍA Y FORMACIÓN DEL YACIMIENTO.....	20
1.9 MINERALOGÍA.....	21
1.10 CLASIFICACIÓN DE MINERALES.....	22

1.10.1 Minerales de Mena.....	22
1.10.2 Minerales de Ganga.....	22
CAPITULO II – SISTEMA ACTUAL DE EXTRACCIÓN EN LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN SANTA MARIA.....	24
CAPITULO III - EVALUACIÓN DE INVERSIONES.....	27
3.1 RENTABILIDAD.....	27
3.2 VALOR FUTURO (VF).....	28
3.3 VALOR ACTUAL NETO (NPV).....	28
3.4 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	30
3.5 TASA DE DESCUENTO.....	30
3.5.1 Tasa Descuento del Proyecto ó Costo Ponderado de Capital.....	31
3.5.2 Componentes del Costo de Oportunidad del Accionista (ka).....	32
3.5.2.1 Riesgo País.....	33
3.5.2.1.1 Factores que Influyen en el Riesgo País	33
CAPITULO IV – EVALUACIÓN DEL PROYECTO	
4.1 PRODUCCIÓN.....	34
4.2 COSTOS.....	36
4.2.1 Costos Proyectados sin el Proyecto.....	37

4.2.1 Costos Unitarios del Proyecto.....	38
4.2.1 Costos Proyectados con el Proyecto.....	39
4.3 INVERSIÓN DEL PROYECTO.....	40
4.4 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	42
4.5 ENTREGABLE.....	43
4.6 REQUERIMIENTO PARA EL PROYECTO.....	46
4.7 EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	47
4.8 <i>STAKEHOLDERS</i> DEL PROYECTO.....	48
4.9 RIESGOS.....	48
4.10 PRINCIPALES OPORTUNIDADES DEL PROYECTO.....	48
4.11 INDICADOR DE GESTIÓN.....	49
CAPITULO V – RIESGO DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO	50
5.1 INCERTIDUMBRE DEL PROYECTO.....	50
5.2 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	51
5.2.1 Modelo multidimensional.....	52
5.2.2 Modelo unidimensional.....	52
5.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD PARA EL PROYECTO.....	53
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES.....	59
BIBLIOGRAFIA.....	60

INDICE DE TABLAS

	Pág
TABLA 3.1 Riesgo País	33
TABLA 4.1 Producción de la Unidad de Producción Santa María	34
TABLA 4.2 Producción de Proyecto	35
TABLA 4.3 Costos Unitarios	36
TABLA 4.4 Costos Proyectados sin el Proyecto	37
TABLA 4.5 Costos Unitarios del proyecto	38
TABLA 4.6 Costos Total con el Proyecto	39
TABLA 4.7 Inversión del Proyecto	40
TABLA 4.8 Flujo Neto	42
TABLA 5.1 Variación de precio unitario de extracción con locomotora	53
TABLA 5.2 Variación de Producción	54
TABLA 5.3 Variación de Inversión	55

INDICE DE FIGURAS

	Pág
FIGURA 1.1 Ubicación de Mina Poderosa –Lima -Perú	13
FIGURA 2.1 Vista de Perfil y Planta Antes del Proyecto	26
FIGURA 3.1 Tasa de Descuento	31
FIGURA 4.1 Costo Total sin el Proyecto vs Producción de Mineral	37
FIGURA 4.2 Costo Total con el Proyecto vs Producción de Mineral	40
FIGURA 4.3 Flujo Neto Inversión y Retorno de la Inversión	42
FIGURA 4.4 Rampa y Chimeneas de Extracción	43
FIGURA 4.5 Vista de Perfil y Planta del Proyecto	44
FIGURA 4.6 Vista de Perfil y Planta de las Chimeneas <i>Raise Climber</i> .	45
FIGURA 5.1 Sensibilidad VAN	56
FIGURA 5.2 Sensibilidad y Variación del VAN	57

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo fue elaborado en Compañía Minera Poderosa Unidad de Producción Santa María donde se analizó el sistema actual de extracción en los niveles Nv 2410, Nv 2520 y Nv 2670 con sus respectivos inconvenientes que tiene, alto costo transporte por volquetes de mineral y desmonte, costo del cargador frontal en el carguío de mineral y desmonte y la ubicación de los echaderos en los niveles Nv 2410, Nv 2520 y Nv 2670 (Estas se encuentran fuera de las instalaciones de la zona industrial). Entonces se propone la construcción de una Rampa y 2 Chimeneas *Raise Climber* y echaderos ubicados en interior mina del Nv 2410.

Posteriormente se evalúa económicamente el sistema de extracción actual con el sistema propuesto empleando la herramienta financieras del valor actual neto, tasa interna de retorno, (VAN, TIR) considerando el Planeamiento Estratégico en la UP Santa María, se proyecta para el 2014 un incremento de producción y de capacidad de Planta.

Esto demandará mayor número de labores que a su vez generarán un mayor movimiento de mineral y desmonte.

OBJETIVO

El objetivo del trabajo es reducir el costo de transporte por volquetes de mineral de \$ 94,454 a \$ 86,649 promedio anual y desmonte de \$ 740,341 a \$ 241,851 promedio anual, costo del cargador frontal de \$ 722,863 a \$ 0 promedio anual en el carguío de mineral y desmonte en los niveles Nv 2410, Nv 2520 y Nv 2670 (Nv 2520 y Nv 2670 que se encuentran fuera de las instalaciones de la zona industrial). Entonces se propone la construcción de una Rampa y 2 Chimeneas *Raise Climber* y echaderos ubicados en interior mina del Nv 2410.

Minimizar el impacto de abastecimiento de mineral de mina a planta por conflictos sociales.

ALCANCE

El alcance del trabajo es una evaluación económica para reducir costo del transporte por volquetes de mineral y desmonte, cargador frontal en el carguío de mineral y desmonte en los niveles Nv 2410, Nv 2520 y Nv 2670.

Minimizar el impacto de abastecimiento de mineral de mina a planta por conflictos sociales.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. UBICACIÓN

Compañía Minera Poderosa se divide en 2 Unidades de Producción: Unidad de Producción Santa María y Unidad de Producción Marañón.

Políticamente se encuentra ubicada en el Anexo de Vijus, Distrito y Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad 360 Km al N.E de la ciudad de Trujillo.

Geográficamente se encuentra ubicada en el flanco nororiental de la cordillera de los Andes, emplazada en el Batolito de Pataz, en el margen derecho del Río Marañón como se muestra en la figura 1.1, contando con los siguientes límites:

- Este: Con el departamento de San Martín.
- Oeste: Con la provincia de Sánchez Carrión.
- Norte: Con la provincia de Bolívar.
- Sur: Con la provincia de Pataz.

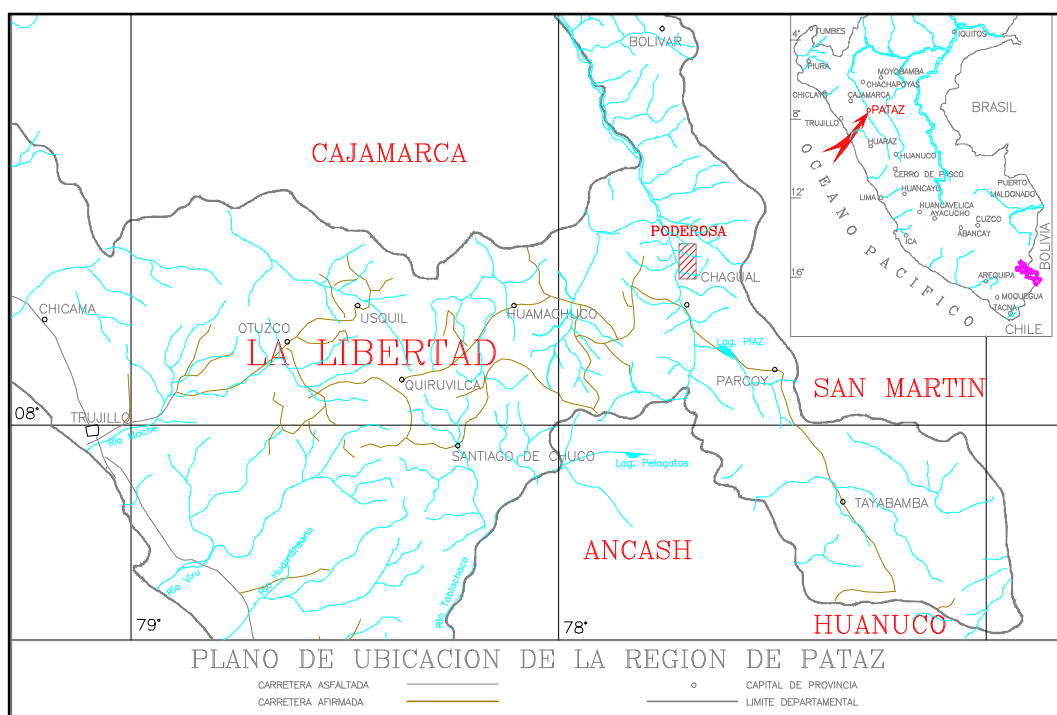


Fig.1.1 Ubicación de Mina Poderosa –Lima -Perú

Fuente: Compañía Minera Poderosa

Las coordenadas geográficas son los siguientes:

Longitud 77° 35'24" Oeste Latitud 07° 47'02" Sur

Las coordenadas UTM son:

Norte 9,425 960.0 Este 211 367.0

La cota es 1 300 – 2 900 m.s.n.m.

1.2. ACCESIBILIDAD

La accesibilidad a la mina puede ser por:

Por Vía Terrestre:

El acceso por vía terrestre es el siguiente:

- ✓ Lima – Trujillo: 560 Km. Aprox. 9:00' Asfaltado
- ✓ Trujillo – Chagual: 440 Km. Aprox. 14:00' Trocha carrozable
- ✓ Chagual – Vijus: 10 Km. Aprox. 1:00' Trocha carrozable
- ✓ Vijus – Santa María: 30 km. Aprox. 2:00' Trocha carrozable

Por Vía Aérea:

El acceso por vía aérea en avioneta, se realiza hasta un aeródromo Ubicado en chagual.

- ✓ Lima – Trujillo Aprox. 2:45' Vuelo
- ✓ Trujillo - Chagual Aprox. 0:45' Vuelo
- ✓ Chagua – Santa María. Aprox. 2:00' Trocha carrozable

1.3. RELIEVE Y CLIMA

1.3.1. Relieve

Compañía Minera Poderosa S.A se encuentra dentro de un importante distrito aurífero filoneano en una abrupta zona conformada por fuertes pendientes.

El relieve es accidentado y abrupto marcado por las quebradas como Naranjal, Santa María, etc.

Los principales agentes modeladores los eventos tectónicos son la erosión fluvial que han formado valles de fuerte pendiente.

1.3.2. Clima

En el valle el clima es bastante cálido casi todo el tiempo, mientras que en las partes más altas como Cedro, Paraíso el clima es templado y variando de acuerdo a las estaciones del año de diciembre a abril llueve causando derrumbes en las partes más accidentadas de la zona y obstaculizando el pase entre las diferentes unidades de la empresa y el resto del año el clima es templado.

1.4. GEOLOGÍA

1.4.1. GEOLOGÍA REGIONAL

La geología de la zona de Pataz está compuesta por diferentes series de basamento con metamorfismo de bajo grado del Proterozoico y Paleozoico inferior a terciario inferior con rocas Vulcano - clásticas casi sin deformar el terciario superior.

El yacimiento de Poderosa está emplazado en el Batolito de Pataz, un intrusivo Missisipiano el cual está localizado en el margen occidental de la cordillera Oriental en la parte norte de los Andes Peruanos.

El Batolito de Pataz es un cuerpo intrusivo de composición calco – alcalina, con granodiorita de grano medio como principal componente, el cual gradúa a monzogranito más grueso en su núcleo. El Batolito de Pataz intruyó a lo largo de una zona de fallamiento regional de tendencia NNW-SSE.

El batolito de Pataz aflora en más de 150 Km. De superficie, tiene forma alargada y lenticular, ubicado en el flanco occidental y paralelo a la zona axial de la cordillera oriental, las determinaciones radio métricas de nuestros diferentes lugares del batolito de Pataz varían entre 300 y 400 millones de años del carbonífero superior por lo que le corresponde ubicarlo en la era paleozoica.

El Batolito está controlado por dos grandes fallas regionales una al Nor - Este que la pone en contacto con el complejo Marañón, formadas por pizarras que corresponden a la formación Contaya, metamorfismo con presencia de pirita fina, la otra falla regional se ubica al Sur-Oeste pone al contacto con rocas del Paleozoico y Mesozoico de la formación Chota. Dicho Batolito tiene una dirección de N 30° W, controlado con cizallas marginales y cabalgamiento de geometría lítrica. La localización de oro a escala local y regional se atribuye a zonas de dilatación de orientación predominantes NW – SE.

1.4.2. GEOLOGÍA LOCAL

Es muy común determinar las áreas de colapso a partir de estas dos grandes fallas regionales producto de que este Batolito ha estado sujeto a esfuerzos de compresión, por eso la formación de fracturas de cizalla y luego una relajación dio lugar a fracturas de tensión. Las fracturas pre - existentes a la mineralización tienen un rumbo paralelo a las grandes fallas Norte-Sur con buzamiento variable al Nor-Este, en algunos casos

presentando inflexiones a uno y otro lado, la mineralización a rellenado estas fracturas con cuarzo y pirita que posteriormente fueron afectados por fallas diagonales de alto ángulo, esto dio origen a que las vetas presenten un modelo en “Rosario”, también es muy común ver duplicidad de vetas o falsas cajas que muchas veces llevan a la confusión en la explotación y exploración.

Las fallas que afectan al batolito son diagonales de alto ángulo, generando el modelo “Rosario” con adelgazamiento y ensanchamiento cuyo rango abarca de 0.5 m a 5 m, existen pequeñas fallas que se concentran como falsas cajas, donde se concentran los valores auríferos en la pirita masiva y de grano muy fino, también hay fallas transversales de corto desplazamiento.

1.4.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

En el Batolito de Pataz los rasgos más importantes son los fallamientos y en este distrito hay tres etapas estructurales que están bien definidos:

- La primera etapa pre - mineral.
- La segunda etapa coetánea con la mineralización.
- La tercera etapa post – mineral.

Como resultado del primer periodo se formarían las fallas, que se mineralizaron posteriormente con rumbos N 10° W a N 35° W, con buzamientos 45 – 69° NE predominantemente, y que son formados a partir

de fallas más antiguas y complejas, estos son fallas de tipo inversas siniéstrales.

Las fallas pre - minerales son importantes porque cerca de ellos se emplazan los clavos mineralizados y controlan la posición de los yacimientos.

1.5. GEOMORFOLOGÍA

Fisiográficamente, este macizo es muy accidentado formando cuchillas en las partes más altas al oeste, con pendientes aproximados al 100% y formando escarpas de fallas, mientras que al este es más accesible con pendientes suaves menores de 60% y formados por pequeñas mesetas.

1.6. LITOLOGÍA

La composición química y litológica es compuesta y heterogénea, dominando las granodioritas, dioritas, tonalitas, hornflens, etc. Se puede observar las alteraciones notablemente en las cajas de cada estructura, identificando las siguientes:

- La Sericitización, que se ha reconocido en las diferentes vetas que se están trabajando actualmente, son de un color blanquecino, untuoso al tacto y que generalmente se observa en los niveles superiores de las vetas, cuando se tiene este tipo de alteraciones dentro de la veta se

han encontrado en muchos casos valores de oro de altas leyes, considerándose un control mineralógico muy importante.

- La Propilitización, este tipo alteración es muy común encontrarla con este tipo de yacimiento, ligada a los clavos mineralizados.

La propilita es verdosa, tiene pirita en buena cantidad y en vetillas, la propilitización es de menor temperatura y generalmente se encuentra junto a la veta o dentro de esta.

- La Silisificación, que es puntual y muy rara, dentro de las vetas en las rocas se halla como un dato y no es un control litológico importante.

1.7. CARACTERÍSTICAS DEL YACIMIENTO

Las vetas presentan una alteración hidrotermal característica de las vetas de Au-qz mesotermiales. Las rocas cajas granodioríticas y monzograníticas presentan alteración fílicapervasiva en un ancho de 10cm a 1m en zona proximal interior, gradando a un halo de alteración fílica fuerte a débil en la zona proximal exterior con un ancho de 0.5m hasta 2m ocasionalmente. Esta alteración fílica consiste de intensa sericitización, con pirita diseminada y trazas de clorita y carbonato.

Características principales:

- El tipo de roca encajonante son predominantemente Hornflens (alteradas)

- El buzamiento es de 30° a 40°.
- El rumbo de la veta Lola es NS
- Textura; la mineralización tiene la textura diseminada de sulfuros.
- Cajas: MF/R

1.8. GEOMETRIA Y FORMACION DEL YACIMIENTO

La mineralogía de las Vetas de Compañía minera poderosa S.A. se emplazó en los granitos, granodioritas, dioritas y tonalitas del Batolito de Pataz, al que se considera responsable de esta mineralización. Las soluciones mineralizantes circularon a través de las fracturas pre-existentes y se depositaron a lo largo de estas; la reacción con las rocas encajonantes provocaron alteraciones hidrotermales causadas por los cambios físicos y químicos que imperaron en el ambiente deposicional.

La forma del yacimiento es de clase hidrotermal, ya que son formadas por las soluciones acuosas, calientes de diversos constituyentes químicos de origen magmático y por haberse formado a menos de 473°C.

La forma típica de las vetas en la zona es filoneana entre ellas están difundidas los filones que se observan entre lazados, bolsonadas, ramales y raramente los depósitos estratificados.

Las potencias de las vetas son muy variables, abarcan desde pocos centímetros hasta más de 3 m formando las vetas tipo Rosario (Veta Virginia), en otros casos se observan ramificaciones que son lazos cimoides.

1.9. MINERALOGÍA

La mineralización consiste en vetas hidrotermales, rellenas de cuarzo, pirita y en menor proporción la galena y esfalerita. El contenido de oro varía según se presente libre o asociado a la pirita masiva y de grano fino, la pirita cristalizada de grano grueso generalmente es de baja ley.

De estudios mineralógicos realizados anteriormente se tiene los siguientes resultados:

- Minerales Nativos : Oro
- Minerales Sulfuros : Pirita, Esfalerita, Galena.
- Minerales Óxidos : Limonita
- Minerales no Metálicos : Sericita, Cuarzo, Calcita.

Los valores de oro son variables y están relacionados con las propiedades litogeoquímicas y reológicas de las diferentes rocas plutónicas, los cuales regulan la naturaleza, la escala y la intensidad de la alteración hidrotermal y la morfología de la mena. Las leyes en la parte minada del yacimiento varían entre 5 y 20 g Au/t y localmente pueden sobrepasar los 100 g Au/t.

Asimismo de este estudio mineralógico realizado por Departamento de Geología, podemos deducir que gran parte del oro se encuentra libre y que por su tamaño requiere molienda fina para optimizar su recuperación.

1.10. CLASIFICACIÓN DE MINERALES

En Compañía Minera Poderosa se puede clasificar a los minerales de acuerdo a su importancia económica, necesaria para los costos de su explotación y que genere utilidades rentables para la empresa, clasificándolo en:

1.10.1. **Minerales de Mena:** Son todos aquellos minerales que con su extracción dan un beneficio económico.

- Oro (Au)
- Electrum (Au, Ag.)

1.10.2. **Minerales de Ganga:** Son aquellos minerales que no presentan cierto beneficio económico pero que están asociados a los minerales de mena y son:

- Cuarzo (Si O₂)
- Pirita (S₂ Fe)
- Esfalerita (ZnS)
- Galena (PbS)

Por su valor, se considera rangos para la clasificación, siendo estas:

- Mineral Económico : ≥ 10 g/TM de Au
- Mineral Marginal : 10 – 8 g/TM de Au
- Mineral Sub. Marginal : 8 – 5 g/TM de Au

a) Por su certeza, esta clasificación implica las posibilidades de continuidad de la mineralización como mineral probado – probable. El mineral prospectivo y potencial no se considera para la cubicación.

b) Por sus leyes, esta clasificación determina que mineral es explotable y rentable para ser tratado en la planta de beneficio de acuerdo al contenido de oro, y se clasifican en:

- Desmonte : 0 – 4 g/ t de Au.
- Mineral de Evaluación : 4 – 8 g/ t de Au.
- Mineral Económico : 8 – 12 g/ t de Au.
- Mineral Económico Rentable : ≥ 12 g/t de Au.

CAPITULO II

SISTEMA ACTUAL DE EXTRACCIÓN UNIDAD DE PRODUCCIÓN SANTA MARIA

La Unidad de Producción Santa María está conformado por tres minas: Santa María, Atahualpa y Consuelo, la Mina Santa María está conformado por Nivel 2260, Nivel 2410, Nivel 2510, Nivel 2520 y Nivel 2670 las que a su vez comprenden las siguientes vetas Cristina, Virginia, Santa María, Guadalupe, Juli, Briana, San Vicente y posteriormente Porfía. El estudio del sistema de extracción se ha realizado en el Nivel 2410, Nivel 2520 y Nivel 2670.

En interior mina Nivel 2410, Nivel 2520 y Nivel 2670 el mineral y desmonte se transporta con locomotora desde la labores a superficie de cada nivel. En superficie el carguío de mineral y desmonte se realiza con cargador frontal y el transporte con volquetes en el Nivel 2410, Nivel 2520 y Nivel 2670. En la figura 2 se muestra el recorrido (Km) en transportar el mineral del Nv 2410, Nv 2520 y Nv 2670 a Planta Santa María y tiempo (h) en transportar el

desmonte del Nv 2410, Nv 25200 y Nv 2670 a Planta Santa María y tiempo en transportar a la desmontera.

Nivel 2520 y Nivel 2670 se encuentran fuera de las instalaciones de poderosa. Lo cual lo hace sensible ante posibles conflictos eventuales con la comunidad (conformada por mineros artesanales).

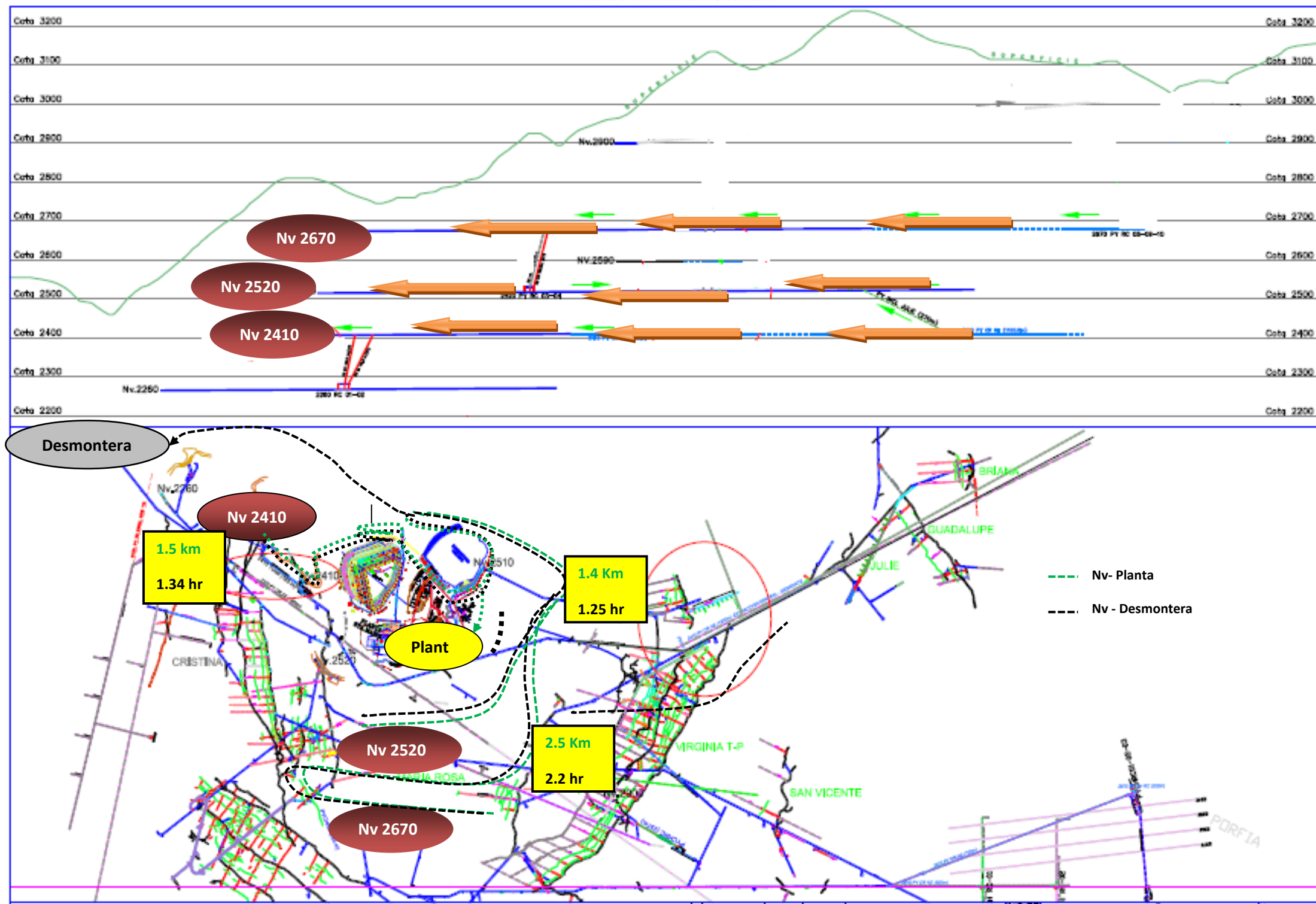


Figura 2.1 Vista de Perfil y Planta Antes del Proyecto
 Fuente: Planeamiento e Ingeniería

CAPITULO III

EVALUACIÓN DE INVERSIONES

La medición de la rentabilidad económica de un proyecto es común explicar que lo que se evalúa es uno, quizás el más probable, de los escenarios que podría enfrentar un proyecto minero.

3.1. RENTABILIDAD

La rentabilidad de un proyecto minero se puede medir de muchas formas distintas en unidades monetarias, en porcentaje o en el tiempo que demora la recuperación de la inversión entre otras. Todas ellas se basan en el concepto del valor tiempo del dinero.

En otras palabras \$1 de hoy vales más que \$1 a futuro, por cuanto el dólar recibido hoy puede invertirse inmediatamente para obtener una ganancia que el dólar recibido a futuro no logra obtener.

3.2. VALOR FUTURO (VF)

El valor final o valor futuro (VF) da un valor actual (VA) se calcula por la expresión

$$VF = VA \cdot (1 + i)^n$$

Donde i es la rentabilidad exigida y n es el número de periodos.

La evaluación compara si el flujo de caja proyectada permite al inversionista obtener la rentabilidad deseada además de recuperar la inversión.

3.3. VALOR ACTUAL NETO (NPV)

El valor actual neto o valor presente neto cuyo acrónimo es VAN (en inglés *net present value* (NPV)), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

El método de valor presente es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión.

Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo 0 de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial.

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{B_j - C_j}{(1+i)^j}$$

I_0 =Inversión

n =Horizonte de Evaluación

i =Tasa de Descuento

$B_j - C_j$ =Flujos de caja en cada periodo

Si el resultado es mayor que cero, mostrara cuantos se gana con el proyecto después de recuperar la inversión, por sobre la tasa i que se exigía como retorno del proyecto; Si el resultado es cero, mostrara que el proyecto reporta exactamente la tasa i que se quería obtener después de recuperar la inversión; Si el resultado es negativo, mostrara falta para ganar la tasa que se desea obtener después de recuperar la inversión.

3.4. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Mide la rentabilidad como porcentaje. La máxima tasa exigible será aquella que haga que el NPV sea cero.

$$0 = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{B_j - C_j}{(1+TIR)^j}$$

I_0 =Inversión

n =Horizonte de Evaluación

$B_j - C_j$ =Flujos de caja en cada periodo

3.5. TASA DE DESCUENTO

Mide la rentabilidad la rentabilidad mínima exigida por la empresa. Para este cálculo debemos de tener presente de donde proviene el capital, como se muestra en la Fig.3.1

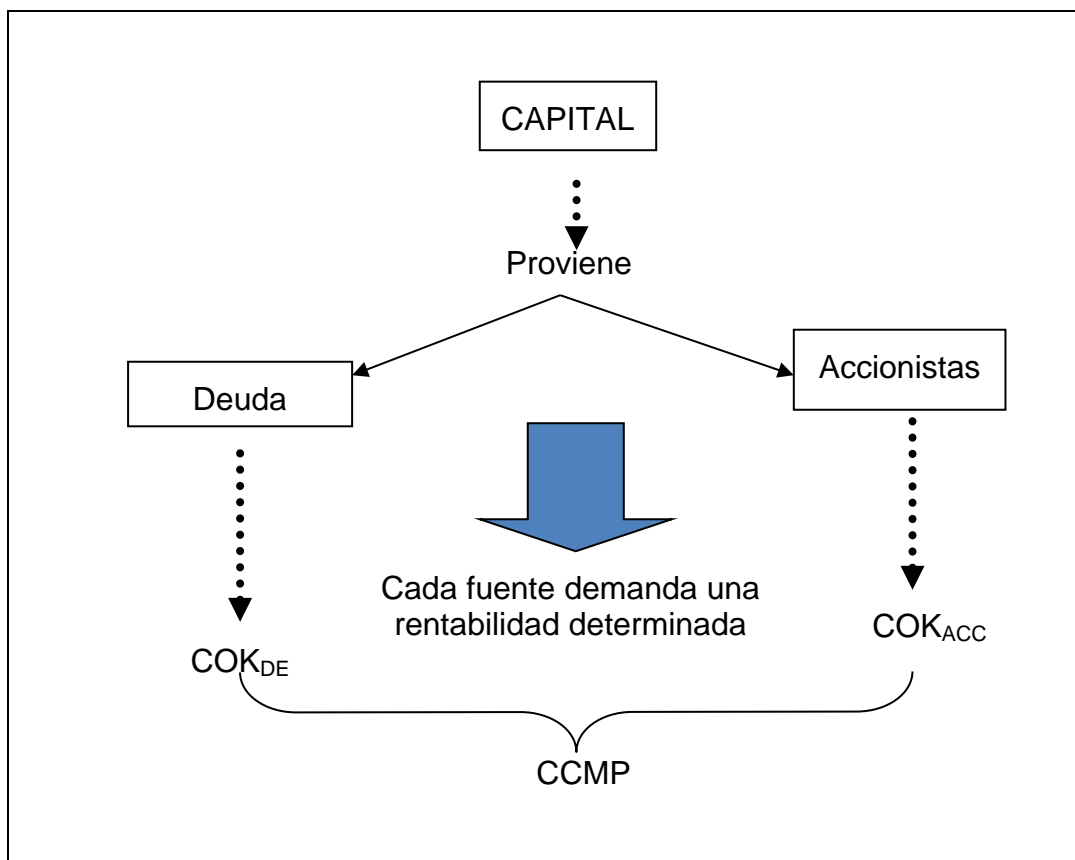


Figura 3.1 Estimación del costo de capital

Fuente: Gerens

3.5.1. Tasa Descuento del Proyecto ó Costo Ponderado de Capital

- ✓ Es el costo de las fuentes de financiamiento.
- ✓ Puede definirse antes de impuestos o después de impuestos

Ejemplo: costo ponderado después de impuestos:

$$k = k_{d \underline{d}} (1-t) + k_{a \underline{a}}$$

ii

Dónde:

k = Costo de capital promedio ponderado

k_d = Costo de la deuda

k_a = Costo de oportunidad del accionista

i = Recursos totales requeridos por el proyecto

d = Porción de los recursos que son financiados con deuda

a = Porción de los recursos que son financiados con recursos del accionista

t = Tasa impositiva

3.5.2. Componentes del Costo de Oportunidad del Accionista (k_a)

$$k_a = r_f + r_p + r_c$$

Dónde:

k_a = Tasa de descuento del accionista

(r_f) = Tasa de interés libre de riesgo

(r_p) = Riesgo del proyecto

(r_c) = Riesgo del país

3.5.2.1 Riesgo País (*)

Se detalla el riesgo país de los países de Sudamérica

Tabla 3.1 Riesgo País

País	PBS
Argentina	871
Brasil	154
Colombia	112
México	131
Perú	116
Venezuela	947

Fuente: *bloomberg* 18.09.2012

(*) Medidos en pbs, spreads sobre bonos tesoro usa

3.5.2.1.1 Factores que Influyen en el Riesgo País

- **Aspectos Económicos:** Crecimiento economía y la inflación en el tiempo, equilibrio cuentas fiscales, sostenibilidad de la deuda externa, evolución de las reservas internacionales.
- **Aspectos Sociales y Políticos:** Posición de la población y sus representantes frente a la inversión extranjera y nacional.
- **Aspectos Institucionales:** Debilidad institucional, complejidad regulatoria, restricciones a la movilidad de fondos, etc.

CAPITULO IV

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

4.1. PRODUCCIÓN.

Según el planeamiento estratégico de Compañía Minera Poderosa en la Unidad de Producción Santa María, la producción de mineral en los próximos años será el que se detalla en la tabla 4.1:

Tabla.4.1 Producción de la Unidad de Producción Santa María

2014	2015	2016	2017	2018
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Capacidad Instalada (t/día) Planta Santa María				
400 t	400 t	600 t	600 t	600 t
Producción Mina (t/día) U.P Santa María				
400 t	400 t	450 t	500 t	550 t

Fuente: Superintendencia de Mina

En los niveles a desarrollar el proyecto la producción de mineral es la que se muestra en el siguiente cuadro y la cantidad de desmonte que se generara se calculó considerando un **striping ratio** de 1.8, con el tonelaje que se detallado en la Tabla 4.2

Tabla.4.2 Producción de Proyecto

		Producción Mina (t/día) Nv-2410, Nv-2520 y Nv-2670				
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
		300 t	300 t	338 t	375 t	413 t
Mineral	t/Año	108,000	108,000	121,500	135,000	148,500
Nv 2670		16,200	21,600	30,375	40,500	51,975
Nv 2520		70,200	59,400	54,675	47,250	44,550
Nv 2410		21,600	27,000	36,450	47,250	51,975
Desmonte	t/Año	194,400	194,400	218,700	243,000	267,300
Nv 2670		29,160	38,880	54,675	72,900	93,555
Nv 2520		126,360	106,920	98,415	85,050	80,190
Nv 2410		38,880	48,600	65,610	85,050	93,555
TMB		302,400	302,400	340,200	378,000	415,800

Fuente: Superintendencia de Mina

4.2. COSTOS.

Para la evaluación de costos se tiene en cuenta los costos de transporte de mineral, transporte de desmonte y costo del cargador frontal.

Con los precios que se detallan a continuación en la Tabla.4.3

Tabla.4.3 Costos Unitarios

Costo	P.U	Unid
Costo de Cargador Frontal - Planta Santa María	<u>83</u>	\$/h
Costo de Volquete Nv 2410 - Planta Santa María	1.22	S/. t- km
Nv 2670 - Planta Santa María		2.5 km
Nv 2520 - Planta Santa María		1.4 km
Nv 2410- Planta Santa María		1.5 km
Costo de Volquete Nv 2410 - Desmontera	119	S/. h
Nv 2670 –Desmontera		2.2 h
Nv 2520 –Desmontera		1.25 h
Nv 2410 –Desmontera		1.34 h

Fuente: Costos y Presupuestos
Elaboración Propia

4.2.1. Costos Proyectados sin el Proyecto

En la Tabla.4.4, se calcula los costos proyectados en función de la producción de cada nivel del proyecto y en la Fig 4.1, la relación en entre el costo proyectado y el tonelaje de mineral.

Tabla.4.4 Costos Proyectados sin el Proyecto

Costos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cargador Frontal	628,577	628,577	707,149	785,721	864,293
Volquete - Planta Santa María	75,942	78,816	91,903	105,707	119,902
Nv 2670 - Planta	17,967	23,956	33,689	44,918	57,645
Nv 2520 - Planta	43,601	36,893	33,958	29,347	27,670
Nv 2410- Planta	14,374	17,967	24,256	31,443	34,587
Volquete - Desmontera	595,240	617,772	720,343	828,547	939,803
Nv 2670 - Desmontera	140,830	187,773	264,055	352,074	451,828
Nv 2520 - Desmontera	341,746	289,170	266,168	230,022	216,878
Nv 2410 - Desmontera	112,664	140,830	190,120	246,452	271,097
Total	1,299,758	1,325,165	1,519,394	1,719,975	1,923,997

Fuente: Elaboración Propia

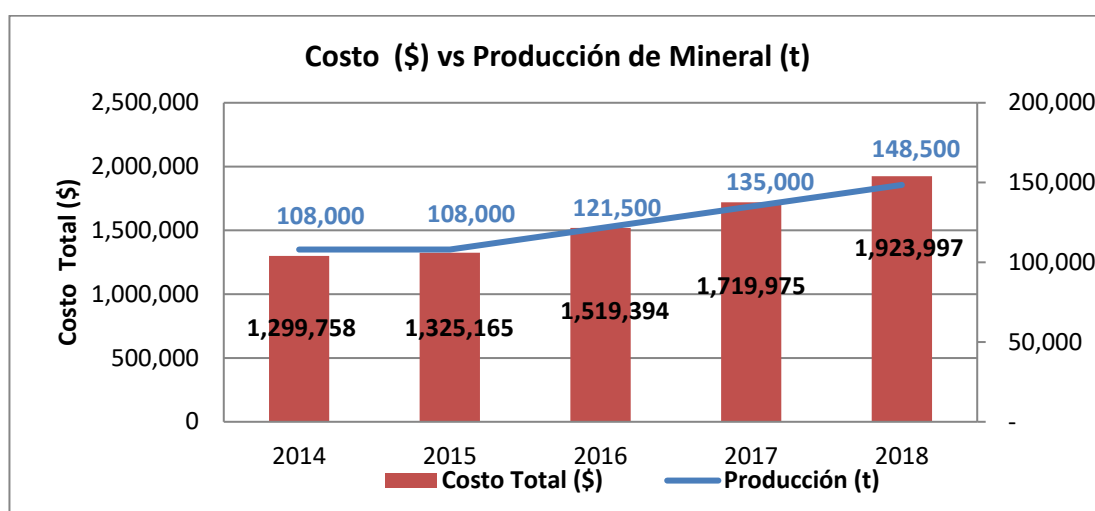


Figura 4.1 Costo Total sin el Proyecto vs Producción de Mineral

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Costos Unitarios del Proyecto

Con los precios de los costos adicionales que se incurrirá la ejecución del proyecto, se detallan en la Tabla.4.5.

Tabla 4.5 Costos Unitarios del proyecto

Costo	P.U	Unid	Cantidad
Consumo de energía eléctrica + iluminación	0.11	KW-h	33,775
Costo de Mantenimiento	215,246	\$/Año	10%
Imprevistos	10%		
Costo de Transporte Volquete			
Nv 2410 - Planta Santa María	1.22	S/. t-km	
Nv 2410 - Desmontera	119	S/. h	
Extracción con Locomotora			
Nv 2410 - (Nv 2670 - CH RC 06- 07)	14.7	S/. t	
Nv 2410 - (Nv 2520 - CH RC 06- 07)	14.7	S/. t	

Fuente: Costos y Presupuestos
Elaboración Propia

4.2.3. Costos Proyectados con el Proyecto

Se calcula los costos proyectados en función de la producción de los niveles que abarca el Proyecto se detallan en la en la Tabla.4.6 y en la Fig. 4.2, la relación entre el costo proyectado y el tonelaje de mineral.

Tabla 4.6 Costos Total con el Proyecto

Costo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<i>Costo de Operación</i>					
Consumo de energía eléctrica + iluminación	3,681	3,681	3,681	3,681	3,681
Depreciación	40,823	40,823	40,823	40,823	40,823
<i>Costo de Mantenimiento</i>	21,525	21,525	21,525	21,525	21,525
<i>Imprevistos</i>	6,603	6,603	6,603	6,603	6,603
<i>Costo de Transporte Volquete</i>					
Nv 2410 - Planta Santa María	71,869	71,869	80,853	89,836	98,820
Nv 2410 - Desmontera	210,305	210,305	236,594	262,882	289,170
Extracción con Locomotora					
<i>Nv 2410 - (Nv 2670 - CH RC 06- 07)</i>	86,400	115,200	162,000	216,000	277,200
<i>Nv 2410 - (Nv 2520 - CH RC 06- 07)</i>	374,400	316,800	291,600	252,000	237,600
Total	815,607	786,807	843,679	893,351	975,422

Fuente: Elaboración Propia

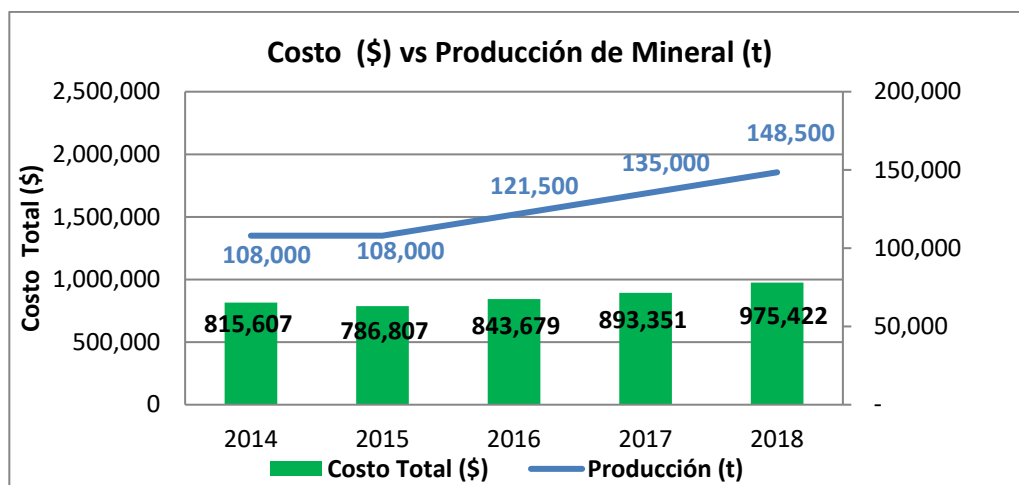


Figura 4.2 Costo Total con el Proyecto vs Producción de Mineral

Fuente: Elaboración Propia

4.3. INVERSIÓN DEL PROYECTO

Para el cálculo de la inversión se considera los costos empleados en la ejecución de labores mineras (pago al contratista y materiales y costos indirectos) y los equipos necesarios para hacer viable el proyecto, que se detallan en la Tabla.4.7. Los P.Us fue calculado por el área de costos, las cantidades por el autor.

Tabla 4.7 Inversión del Proyecto

T.C		2.75				
	Labor	Especif.	Und	P.U	Cant	\$
Servicios + Mano de Obra (Liq.Mina)	CH		m	406	112	45,472
	BP	2.5 m x 2.5 m	m	647	43	27,498
	CR	2.5 m x 2.5 m	m	647	45	29,115
	ES	2.5 m x 2.5 m	m	647	61	39,467
	ES-RA	4.5 m x 4.5 m	m	966	15	14,490
	RA	4.5 m x 4.5 m	m	966	185	178,710
	CH-RC	1.5 m x 1.5 m	m	966	16	15,456
	RC	2.0 m x 2.0 m	m	966	514	496,524
Sub Total Servicios + Mano de Obra (Liq.Mina)						846,732

	Labor	Especif.	Und	P.U	Cant.	\$
Materiales	CH			145	112	16,240
	BP			200	42.5	8,487
	CR			200	45	8,987
	ES			200	61	12,182
	ES-RA			192	15	2,880
	RA			192	185	35,520
	CH-RC			145	16	2,320
	RC			260	514	133,743
Sub Total Materiales						220,358
Costos Indirectos	CH			257	112	28,784
	BP			157	43	6,673
	CR			157	45	7,065
	ES			157	61	9,577
	ES-RA			205	15	3,075
	RA			205	185	37,925
	CH-RC			257	16	4,112
	RC			205	514	105,370
Sub Total Costos Indirectos						202,581
Equipos	Tolva con Pistón Neumático		und	14,662	2	29,323
	Locomotora Carros Mineros	6 TM	und	143,321	1	143,321
	Electrobomba Sumergible	U35	und	1,744	20	34,870
	Grindex, más tablero (Major - H)	25 HP	und	4,686	1	4,686
	Teléfonos		und			
	Páge Boss			1,523	2	3,046
	Sub Total Equipos					
SUB TOTAL						2,969,832
Imprevistos	5%					148,492
TOTAL						3,118,324

Fuente: Elaboración Propia

4.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.

La justificación económica se realizó mediante la evaluación financiera empleando el VAN, TIR. Como se detalla en la en la Tabla.4.8.

Tabla 4.8 Flujo Neto

Años	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo Neto	-\$1,559,162	\$484,151	\$538,358	\$675,716	\$826,625	\$948,574
Costo de oportunidad	12%					
VAN	\$846,834					
TIR	30%					
Payback	2 Años					
	10 Meses					

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo se representa gráficamente esta evaluación financiera en la Figura 4.3

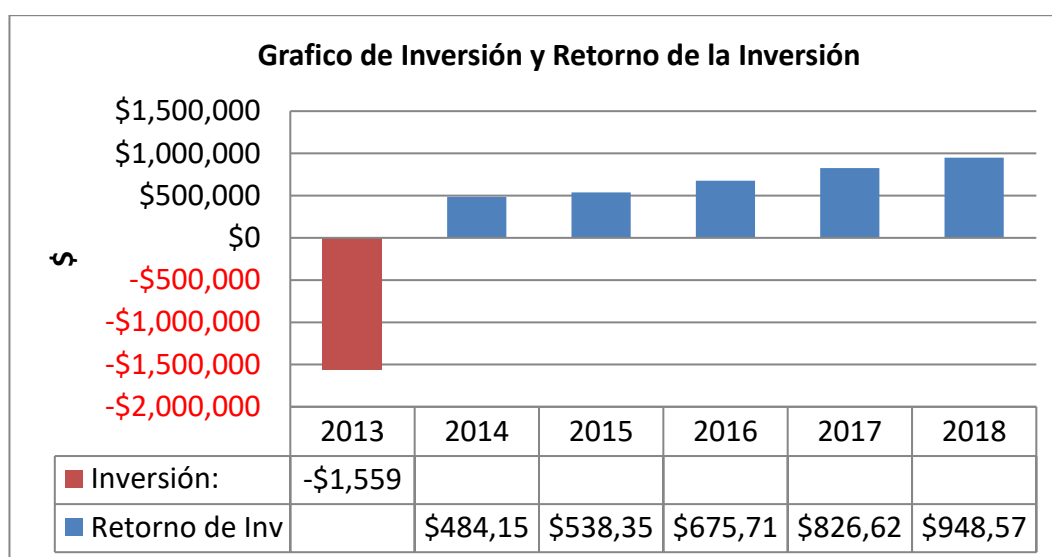


Figura 4.3 Flujo Neto Inversión y Retorno de la Inversión

Fuente: Elaboración Propia

4.5. ENTREGABLE

Una infraestructura de extracción de mineral y desmonte conformada por una Rampa Negativa, dos Chimeneas para extracción de mineral y desmonte que se muestra en la Figura 4.4 y Chimeneas RCs que se muestra en la Figura 4.4.

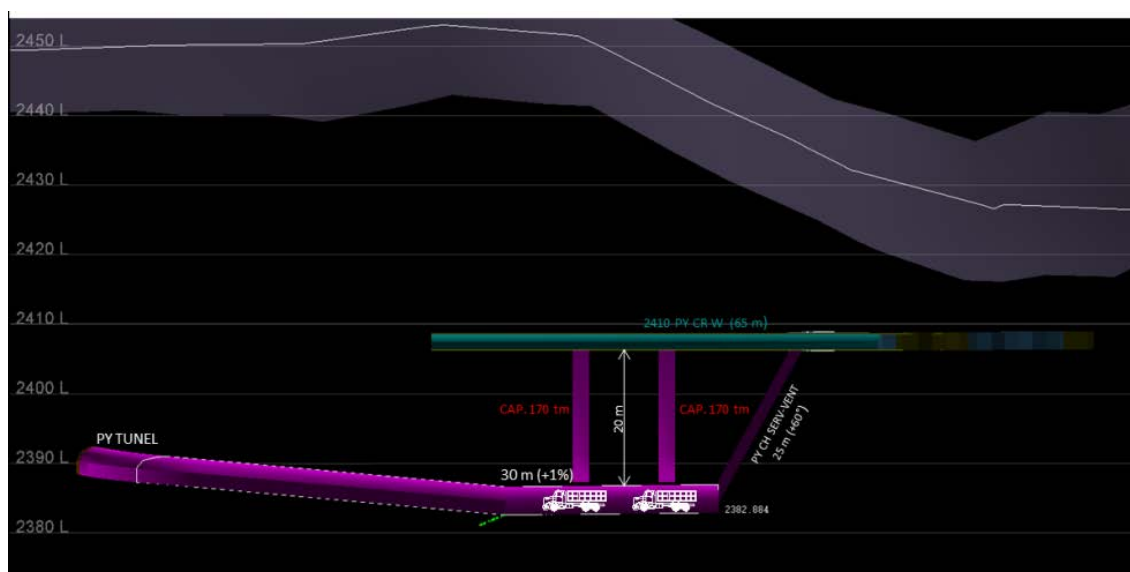


Figura.4.4 Rampa y Chimeneas de Extracción

Fuente: Planeamiento e Ingeniería

VISTA DE PERFIL Y PLANTA DEL PROYECTO

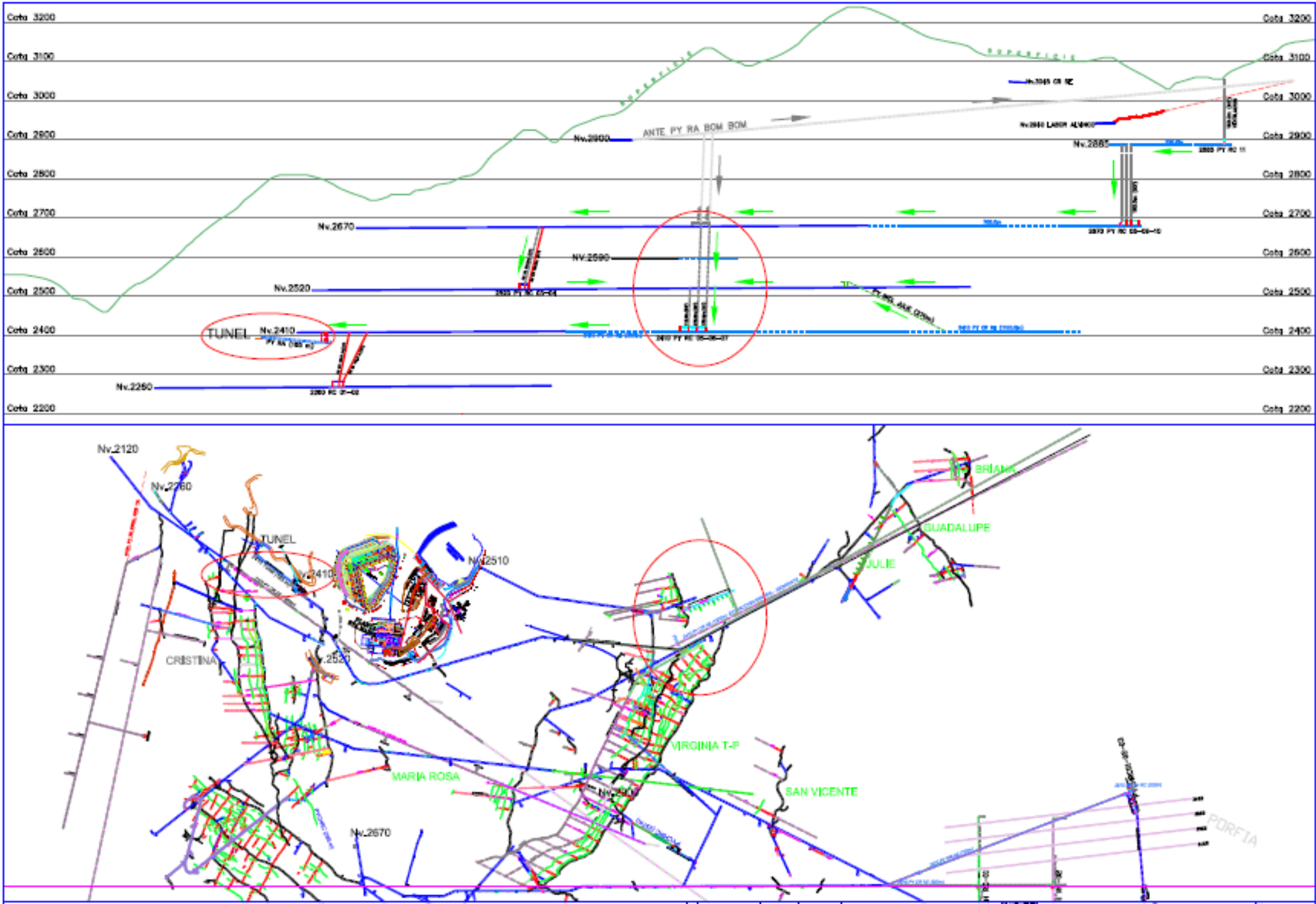


Figura 4.5 Vista de Perfil y Planta del Proyecto
Fuente: Planeamiento e Ingeniería

VISTA DE PERFIL Y PLANTA DE LAS CHIMENEAS RAISE CLIMBER

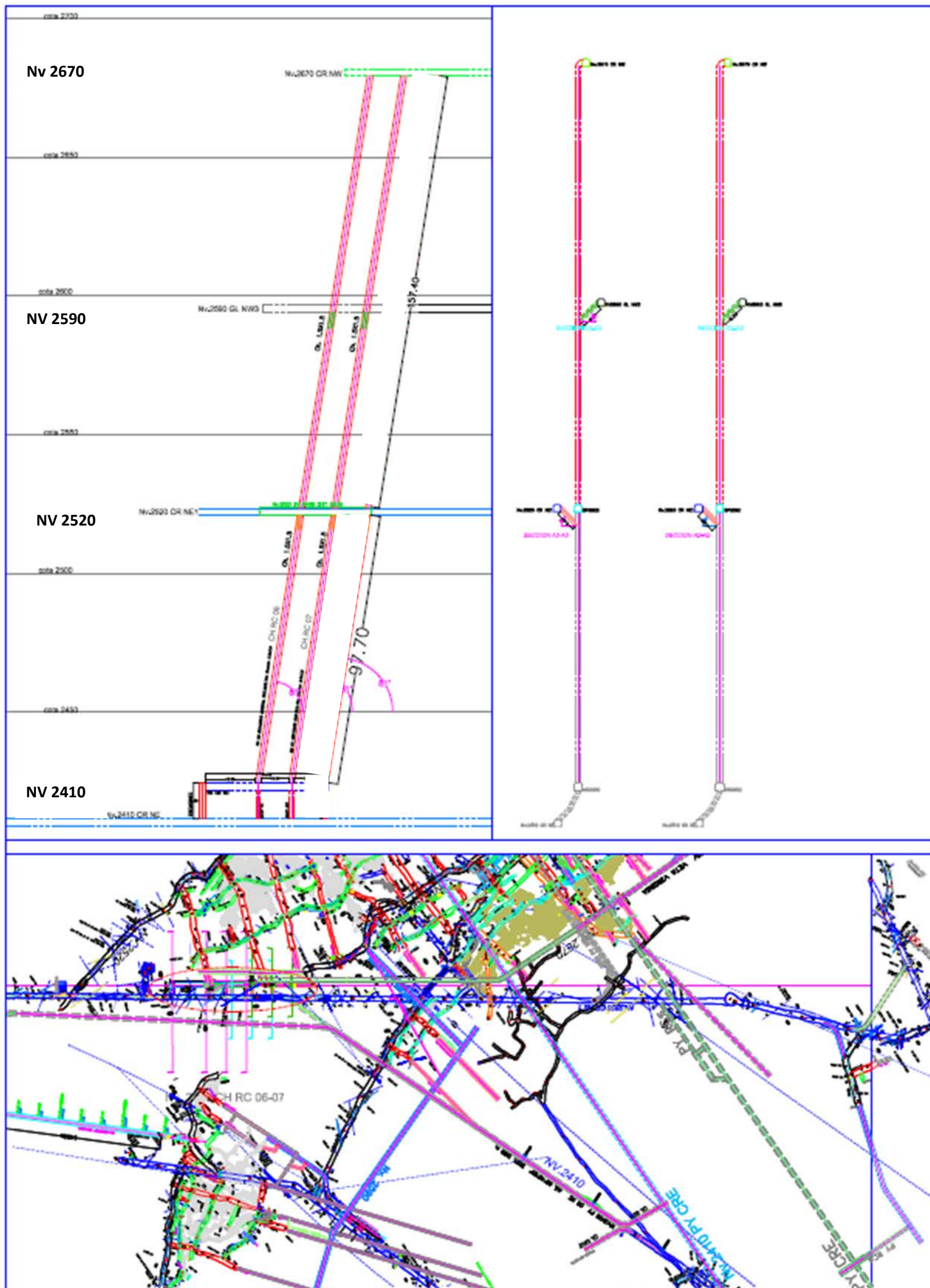


Figura 4.6 Vista de Perfil y Planta del Chimeneas *Raise Climber*.

Fuente: Planeamiento e Ingeniería

4.6. REQUERIMIENTO PARA EL PROYECTO

Una Rampa Negativa 4.5 m x 4.5 m, una Cortada 2.5 m x 2.5 m, un *Baypass* 2.5 m x 2.5 m, ocho Chimeneas y dos Chimeneas *Raise Climber* del NV 2410 que se comuniquen mediante bolsillos al Nv 2520 y lleguen al NV 2670 para extracción de mineral y desmonte.

Una electrobomba, 20 carros mineros, una locomotora y dos tolvas neumáticas y dos teléfonos.

4.8. **STAKEHOLDERS DEL PROYECTO**

Los *Stakeholders* o personas u organizaciones interesadas en el proyecto se detallan en el cuadro 4.1

Cuadro: 4.1 STAKEHOLDERS

Persona u Organización	Rol que desempeña
Accionistas	A favor (menor costo, mayor rentabilidad)
Gerencia General	A favor (mayor productividad, menor costo, mayor rentabilidad, menos conflictos sociales)
Geología	A favor (evitar perdida de finos)
Mina	A favor (mayor capacidad, mayor productividad, menor costo)

Fuente: Elaboración Propia

4.9. **RIESGOS**

Los principales riesgos asociados a la ejecución del proyecto.

- Riesgo de colapso del acceso.
- Paralización por conflicto social
- Paralización por huelga de sindicatos de trabajadores
- Lluvias torrenciales

4.10. **PRINCIPALES OPORTUNIDADES DEL PROYECTO**

Las oportunidades de mejora asociados al proyecto serían las siguientes:

- Mayor capacidad.
- Mayor productividad.
- Menos conflictos sociales.

4.11. INDICADOR DE GESTIÓN

El indicador del proyecto en marcha será transporte de 840 TMB/DIA el primer año y segundo año y 945 TMB/DIA el tercer año y 1,050 el cuarto año y 1,155 el quinto año.

CAPITULO V

RIESGO DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Por la complejidad cada día mayor de los negocios que se manejan, donde se requiere tomar dediciones bajo riesgo de incertidumbre, se hace necesario el desarrollo y fortalecimiento de herramientas para el análisis de riesgos y su aproximación de una forma más global, dentro de lo que se conoce como administración de riesgos.

5.1. INCERTIDUMBRE DEL PROYECTO.

El propósito de la evaluación de las inversiones es valorar las perspectivas económicas de un proyecto propuesto de inversión. es una metodología para calcular el rendimiento esperado con base en los pronósticos de los flujos de caja de muchas variables de proyectos a menudo interrelacionadas. El riesgo surge de la incertidumbre que incluye estas variables proyectadas.

La evaluación del riesgo de un proyecto depende por un lado de nuestra capacidad para identificar y entender la naturaleza de la

incertidumbre que caracteriza a las variables clave del proyecto y por otro lado de los instrumentos y metodología para procesar sus implicancias de riesgo sobre el rendimiento del proyecto.

Tomando en cuenta que los valores proyectados no son ciertos un informe de evaluación usualmente se complementa con pruebas de análisis de escenarios y sensibilidad. El análisis de sensibilidad y el de escenarios compensan en gran medida la limitación analítica de tener que restringir un sin número de posibles a cifras simples. Aunque son útiles tiene una naturaleza estatista y bastante arbitraria.

5.2. ANALISIS DE SENSIBILIDAD.

Los resultados que se obtienen al aplicar los criterios de evaluación no miden exactamente la rentabilidad del proyecto, sino solo la de uno de los tantos escenarios futuros posibles. Los cambios que casi con certeza se producirán en el comportamiento de la variables del entorno harán que sea prácticamente imposible esperar la rentabilidad calculada sea efectivamente tenga el proyecto implementado, por ello la decisión sobre la aceptación o rechazo del proyecto debe basarse más en la comprensión del origen de la rentabilidad y del impacto de la no ocurrencia del algún parámetro considerado en el cálculo en el NPV positivo y negativo.

5.2.1. Modelo multidimensional.

Es el método más tradicional y analiza que pasa con el NPV cuando se modifica una o más variables que se consideran susceptibles de cambiar durante el periodo de evaluación. El procedimiento propone que se confeccionen tantos flujos de cajas como posible combinaciones se identifiquen entre variables que componen el flujo de caja.

La aplicación este modelo por su simplicidad conduce a veces a elaborar tal cantidad de flujos de caja sensibilizada que más que convertirse en ayuda, constituyen una limitación al proceso de decisorio.

Una simplificación de este modelo plantea que se debe sensibilizar el proyecto a solos dos escenarios: uno optimista y pesimista.

5.2.2. Modelo unidimensional.

Determina la máxima variación que puede resistir el valor de una variable relevante para que proyecto siga siendo atractivo para el inversionista.

Por ejemplo si el precio estimado en el flujo de caja original, e ; NPV del proyecto es positivo, la sensibilización estimara el precio mínimo que hace que el proyecto siga siendo elegible. Esto es hasta donde puede bajar el precio para que el NPV sea igual a cero.

5.3. ANALISIS DE SENSIBILIDAD PARA EL PROYECTO.

Se tomaron las variables que se consideran susceptibles de cambiar durante el periodo de evaluación las cuales son: precio unitario de extracción con locomotora de carros mineros, producción e inversión.

5.3.1. Variación en cada 10% de precio unitario de extracción con locomotora

Mediante esta variación del precio unitario de extracción con locomotora hallaremos los diferentes valores de VAN y TIR del proyecto.

Tabla 5.1 Variación de precio unitario de extracción con locomotora

Variación	Extracción con Locomotora	VAN-PROY.	TIR-PROY.	Variabilidad VAN
-50%	4.00	1,680,941	46%	98.5%
-40%	4.80	1,514,120	42%	78.8%
-30%	5.60	1,347,298	39%	59.1%
-20%	6.40	1,180,477	36%	39.4%
-10%	7.20	1,013,656	33%	19.7%
0%	8.00	846,834	30%	0.0%
10%	8.80	680,013	26%	-19.7%
20%	9.60	513,192	23%	-39.4%
30%	10.40	346,370	19%	-59.1%
40%	11.20	179,549	16%	-78.8%
50%	12.00	12,727	12%	-98.5%

Fuente: Elaboración Propia

5.3.2. Variación en cada 10% de Producción

Mediante esta variación de la producción hallaremos los diferentes valores de VAN y TIR del proyecto.

Tabla 5.2 Variación de Producción

Variación	Producción	VAN-PROY.	TIR-PROY.	Variabilidad VAN
-50%	150	-487,076	0%	-157.5%
-40%	180	-220,294	7%	-126.0%
-32%	205	0	12%	-100.0%
-30%	210	46,488	13%	-94.5%
-20%	240	313,270	19%	-63.0%
-10%	270	580,052	24%	-31.5%
0%	300	846,834	30%	0.0%
10%	330	1,113,616	35%	31.5%
20%	360	1,380,398	39%	63.0%
30%	390	1,647,180	44%	94.5%
40%	420	1,913,962	49%	126.0%
50%	450	2,180,744	53%	157.5%

Fuente: Elaboración Propia

El punto de equilibrio se da para una producción de 204.7723 t con el cual se tendrá un VAN igual a 0.

5.3.3. Variación en cada 10% de Inversión

Mediante esta variación de la Inversión hallaremos los diferentes valores de VAN y TIR del proyecto.

Tabla 5.3 Variación de Inversión

Variación	Inversión	VAN-PROY.	TIR-PROY.	Variabilidad VAN
-50%	779,581	1,626,415	70%	92.1%
-40%	935,497	1,470,499	57%	73.6%
-30%	1,091,413	1,314,583	48%	55.2%
-20%	1,247,329	1,158,667	40%	36.8%
-10%	1,403,246	1,002,750	35%	18.4%
0%	1,559,162	846,834	30%	0.0%
10%	1,715,078	690,918	25%	-18.4%
20%	1,870,994	535,002	22%	-36.8%
30%	2,026,910	379,086	18%	-55.2%
40%	2,182,827	223,170	16%	-73.6%
50%	2,338,743	67,253	13%	-92.1%

Fuente: Elaboración Propia

SENSIBILIDAD VAN

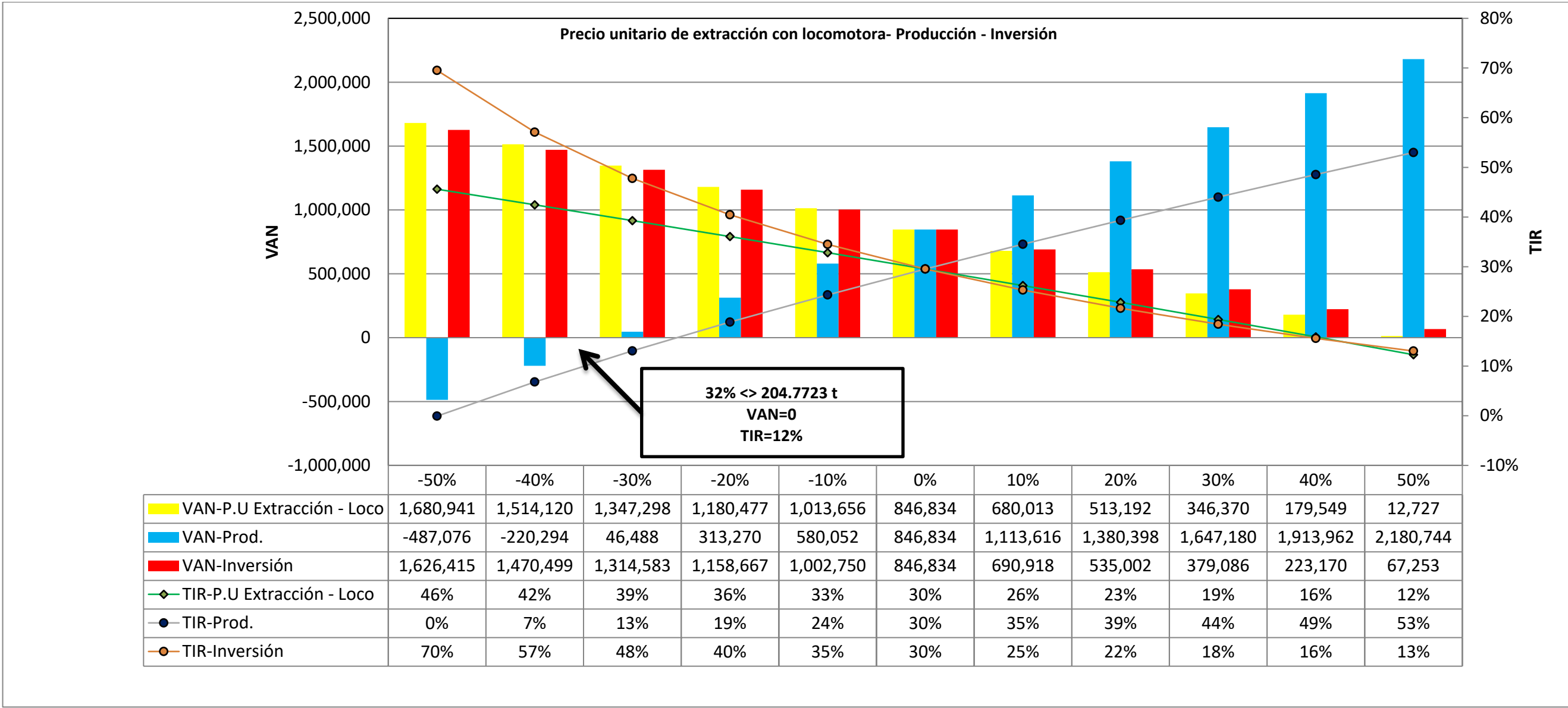


Figura 5.1 Sensibilidad VAN
Fuente: Elaboración Propia

SENSIBILIDAD Y VARIACIÓN DEL VAN

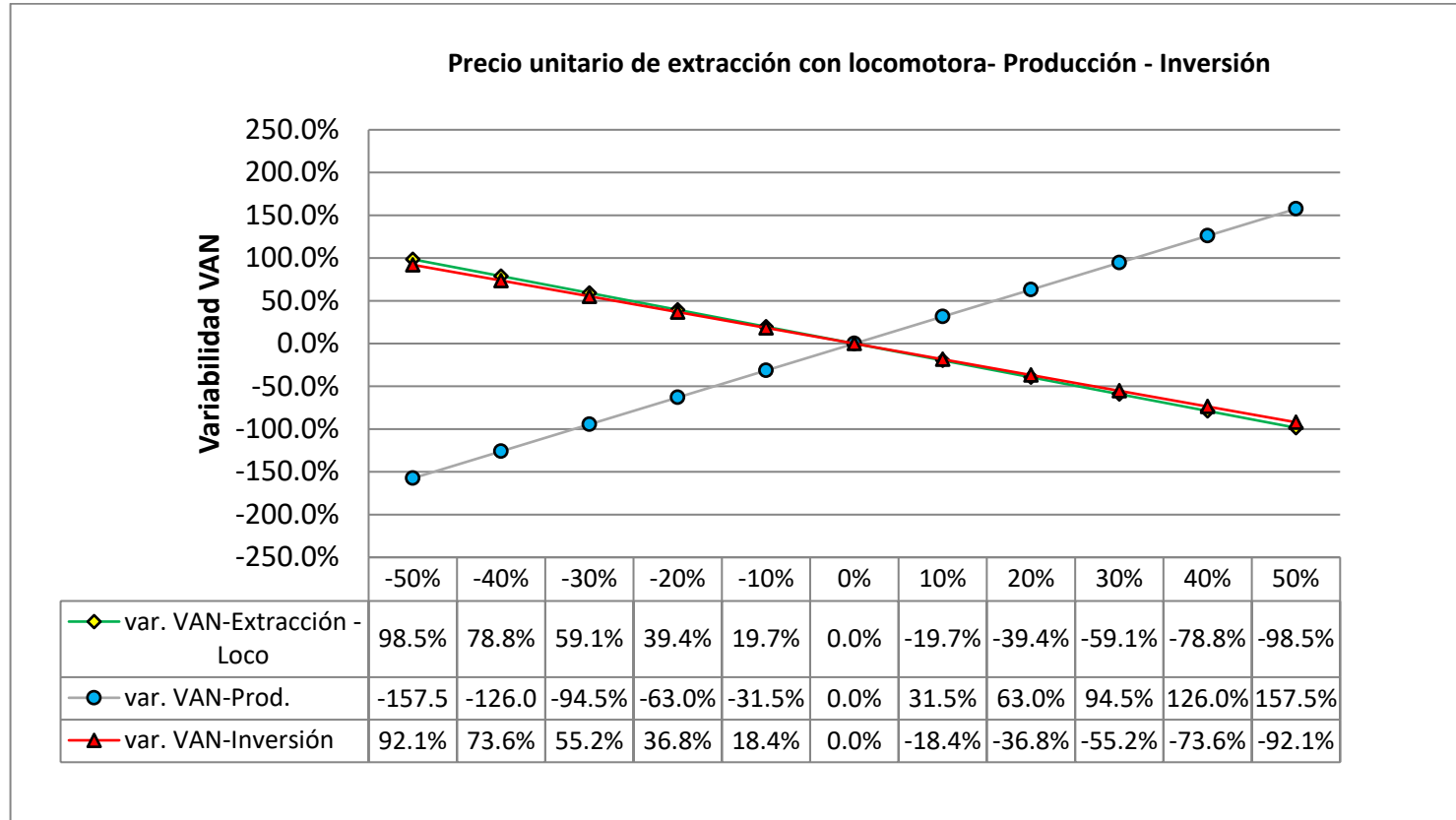


Figura 5.2 Sensibilidad y Variación del VAN

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

Según el planeamiento estratégico de Compañía Minera Poderosa en la Unidad de Producción Santa María.

1. El ahorro de acuerdo a la evaluación económica, por el incremento de producción de mineral en los próximos años, teniendo un VAN de \$ 846,834.
2. El proyecto de extracción permitirá la integración de las vetas de Cristina, Virginia, Santa María, Guadalupe, Juli, Briana, San Vicente y posteriormente Porfía.
3. El proyecto tiene una resistencia a las principales variables del proyecto (precio unitario de extracción con locomotora, producción e inversión).
4. Siendo su punto de equilibrio para una producción de 204.7723 t.
5. Se evitara la perdida de finos de los niveles Nv 2410, Nv 2520 y Nv 2670.
6. Se disminuirá los conflictos sociales.
7. Menor impacto en el envío de mineral de mina a planta por conflictos sociales.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un análisis de sensibilidad de las principales variables del proyecto.
2. Considerar aparte de los beneficios económicos la viabilidad de la ejecución del proyecto.
3. Considerar los beneficios de disminuir el impacto de los conflictos sociales.
4. Aumentar la capacidad de producción y productividad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lagos, L. (2010). Evaluación de Riesgo Financiero en Proyectos Mineros Marginales. Tesis Ingeniero de Minas. Universidad Nacional de Ingeniería.
2. Geología. “Geología Regional, Local, Estructural” – Compañía Minera Poderosa S.A.C.
3. Costos & Presupuestos “Costos Unitarios de labores Mineras” – Compañía Minera Poderosa S.A.C.