



Universidad
Continental

FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Influencia del diseño del pique inclinado en
30° en la profundización Veta Julie 2 en la
CIA. Minera Poderosa S.A.**

Roberto Javier Barzola Ceras

Huancayo, 2018

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

ASESOR
Ing. Aníbal Meza Castañeda

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a mi alma mater en primer lugar, donde he adquirido los conocimientos teóricos y prácticos para aplicar en mi desempeño profesional como Ingeniero.

A los docentes por transmitir sus conocimientos y experiencia de la vida profesional y ser profesionales útiles a la sociedad y contribuir el desarrollo del país.

A todas las personas que de alguna manera han influido correctamente con su ejemplo y poder desempeñarme profesionalmente.

DEDICATORIA

En el camino de la vida a Dios todo poderoso quien es mi guía.

A mi inolvidable madre Reyna Ceras Rodríguez, quien me brindo siempre apoyo moral y recursos en todo momento para realizarme, agradeciendo infinitamente su apoyo incondicional.

A mi familia siendo fuentes de superación, influyendo en el logro de lo más importante en mi vida.

Otros que me alentaron y apoyaron en todo momento para hacer realidad el presente trabajo.

LISTA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiv

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y Formulación del Problema	16
1.1.1 Planteamiento del problema	16
1.1.2 Formulación del problema	17
1.2. Objetivos	18
1.2.1. Objetivo general	18
1.2.2. Objetivos específicos	18
1.3. Justificación e Importancia	18
1.4. Hipótesis.....	19
1.4.1. Hipótesis General	19
1.4.2. Hipótesis Específica	19
1.5. Identificación de variables	20
1.5.1. Variable independiente.....	20
1.5.2. Variable dependiente.....	20

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	21
2.2. Bases teóricas	25
2.2.1. Extracción por pique inclinado de mina.....	25
2.2.2. Sistemas de Izaje	26
2.2.3. Componentes de un sistema de izaje.....	26
2.2.4. Incremento de producción	27
2.3. Definición de términos básicos	27
2.3.1. Pique inclinado	29
2.3.2. Profundización	29
2.3.3. Yacimiento tipo veta	30
2.4. Descripción de la Cia Minera Poderosa S.A.....	30
2.4.1. Generalidades de la empresa	31
2.4.2. Actividades económicas	33
2.4.3. Mineralización.....	33
2.4.4. Ubicación y acceso.....	34
2.4.5. Descripción de la mina	38
2.5. Geología	38
2.5.1. Geología regional	38
2.5.2. Geología local	39
2.5.3. Geología estructural	40

2.5.4.	Geología Económica	41
2.5.5.	Veta Julie.....	41
2.5.6.	Tipos de yacimientos.....	42
2.5.7.	Mineralogía	42
2.6.	Mina	42
2.6.1.	Clasificación geomecánica.....	42
2.6.2.	Métodos de explotación	47

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1.	Métodos y Alcances de la Investigación.....	52
3.1.1.	Método general.....	52
3.1.2.	Método específico	53
3.1.3.	Alcances de la investigación	53
3.2.	Diseño de investigación	53
3.3.	Población y Muestra.....	54
3.3.1.	Población.....	54
3.3.2.	Muestra.....	54
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	55
3.4.1.	Observación:	55
3.4.2.	Datos primarios:	56
3.4.3.	Datos secundarios:	56
3.5.	Técnicas de procesamiento de datos	56

CAPÍTULO IV

VENTAJAS EN EL DISEÑO DEL PIQUE INCLINADO JULIE 2 EN EXPLORACIÓN Y DESARROLLO

4.1.	Diseño para la construcción de pique inclinado.....	58
4.1.1.	Perforación diamantina	59
4.1.2.	Pique Vertical.....	60
4.1.3.	Pique Inclinado.....	60
4.2.	Diseño en la construcción del pique inclinado.....	61
4.2.1.	Ubicación	61
4.2.2.	Evaluación de mecánica de rocas en el área	62
4.2.3.	Criterios de separación entre niveles.....	62
4.2.4.	Área de explotación del pique inclinado	63
4.3.	Diseño del pique inclinado.....	63
4.3.1.	Dimensiones del Inclinado	63
4.3.2.	Diseño de los componentes del izaje	64
4.4.	Datos necesarios para el cálculo del ciclo de izaje	71
4.5.	Profundización del pique inclinado.....	76
4.5.1.	Trabajos previos	76
4.5.2.	Perforación - Voladura.....	77
4.5.3.	Limpieza.....	82
4.5.4.	Sostenimiento	82
4.5.5.	Instalaciones	82
4.5.6.	Ventilación	82
4.5.7.	Bombeo	83

4.6.	Diseño y construcción del pocket de carguío.....	83
4.6.1.	Ubicación	83
4.6.2.	Características de diseño	83
4.6.3.	Construcción del pocket(bolsillo)	84
4.6.4.	Estación de carguío	84
4.6.5.	Refugio	85
4.6.6.	Poza de bomba	85
4.7.	Mano de obra y equipos	85
4.7.1.	Mano de obra.....	85
4.7.2.	Costos unitarios de construcción.....	87
4.8.	Aspectos de seguridad en la operación del inclinado	87
4.8.1.	El winchero y ayudante	87
4.8.2.	Timbrero.....	88
4.8.3.	Perforista y ayudante.....	88
4.8.4.	Seguridad en el izaje	88

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL PROYECTO

5.1.	Análisis técnico para su construcción del pique inclinado	91
5.2.	Inversiones	92
5.2.1.	Inversiones en mina.....	92
5.3.	Cronograma de inversiones.....	93
5.4.	Financiamiento.....	95
5.5.	Vida de la mina	95
5.5.1.	Costo mina	95
5.5.2.	Costo planta concentradora	96
5.5.3.	Costo transporte y gastos	96
5.6.	Resultados de la evaluación geomecánica	97
5.7.	Resultados del aumento de producción.....	98
5.8.	Cálculo del Margen de utilidad y valor Presente Neto – Van y Tir.....	99
5.9.	Resultados Económicos (Van, Tir)	100
CONCLUSIONES.....		101
RECOMENDACIONES.....		102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		103
ANEXOS		105

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Relación de concesiones del área del proyecto.....	31
Tabla 2. Acceso vía aérea	37
Tabla 3. Acceso vía terrestre.....	37
Tabla 4. Breve descripción de la mina.....	38
Tabla 5. Cable serie 6 x 19 Boa para izaje.....	69
Tabla 6. Cálculo de Factores de Carga	80
Tabla 7. Distribución de carga de taladro	81
Tabla 8. Mano de obra	85
Tabla 9. Equipos a utilizar	86
Tabla 10. Inversión realizada en pique inclinado	92
Tabla 11. Cronograma de Inversiones - Pique Inclinado.....	94
Tabla 12. Cuadro de amortización	95
Tabla 13. Valoración del macizo rocoso.....	98

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Plano de ubicación y geología regional de la mina Poderosa.	36
Figura 2. Plano geológico local de la Mina Poderosa.....	40
Figura 3. Cartilla Geomecánica para (Tajos y Avances)	46
Figura 4. Método de explotación por franjas verticales.....	51
Figura 5. Método de explotación por franjas verticales.....	51
Figura 6. Plano Inclinado Julie-2	65
Figura 7. Plano Inclinado Julie-2 Vista planta.....	66
Figura 8. Plano Inclinado Julie – 2 Estación de carga y descarga	67
Figura 9. Malla de perforación para el inclinado Julie – 1	78
Figura 10. Precios unitarios para el inclinado Julie 2	90
Figura 11. Tabla de Bieniawski	97
Figura 12. Programa de producción – Unidad Minera Cobriza.....	98
Figura 13. Calculo del margen de utilidades	99
Figura 14. Cálculo del valor neto (VAN – TIR).....	100

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo ejecutar el diseño del pique inclinado en 30° como proyecto para la profundización de la Veta Julie 2 en la Unidad Santa María de la Cía. Minera Poderosa S.A. con la finalidad de extraer las reservas de mineral existentes en los niveles inferiores. Actualmente el método de explotación empleado es Long Wall (variante del Open Stopping), y la extracción de mineral y desmonte en los niveles inferiores se realiza mediante el uso del winche.

El sistema de extracción consistirá principalmente en ejecutar un pique inclinado para transportar material de mineral o desmonte en su totalidad desde el nivel inferior a ejecutar Nv. 2660 hacia el Nv. 2410 por donde será evacuado todo el material usando locomotora y carros mineros hacia la superficie, utilizando el izaje con winche.

La ejecución de la construcción será de acuerdo al diseño del pique inclinado, el ciclo de trabajo del izaje y el cálculo de la capacidad del motor del winche eléctrico requerido, para el transporte se determina de acuerdo a las especificaciones técnicas del motor de las locomotoras a utilizar y la construcción de las estaciones del pique de acuerdo al diseño en interior mina.

Las actividades de izaje y transporte, el planeamiento operativo de la mina en la construcción del pique inclinado con la finalidad de extraer es la otra etapa, asignando los recursos necesarios de acuerdo a la secuencia de los ciclos de trabajo en las actividades a ejecutar.

Asimismo, se desarrolla el planeamiento de infraestructura del pique inclinado con fines de extracción de acuerdo a un cronograma de actividad, costos de operación y de capital.

Se considera presentar una evaluación técnica y económica del proyecto del pique inclinado en profundización de la mina, considerando las inversiones de la construcción del pique inclinado en profundización, con el fin de tener indicadores económicos.

ABSTRACT

The objective of this research work is to execute the design of the 30 ° inclined bent as a project for the deepening of the Julie Veta 2 in the Santa María Unit of the Minera Poderosa S.A. with the purpose of extracting the mineral reserves existing in the lower levels. At the moment the method of exploitation used is Long Wall (variant of the Open Stopping), and the extraction of mineral and dismount in the inferior levels is realized by means of the use of the winch.

The extraction system will consist mainly of executing an inclined bite to transport ore material or cut it in its entirety from the lower level to execute Nv. 2660 towards the Nv. 2410 where all the material will be evacuated using locomotive and mining cars to the surface, using the winch lift.

The execution of the construction will be according to the design of the inclined shaft, the work cycle of the lift and the calculation of the motor capacity of the electric winch required, for the transport is determined according to the technical specifications of the engine of the locomotives. Use and construction of the stations of the pit according to the design in interior mine.

The lifting and transport activities, the operational planning of the mine in the construction of the inclined pique for the purpose of extracting is the other stage, assigning the necessary resources according to the sequence of the work cycles in the activities to be executed.

Likewise, infrastructure planning of the inclined pique for extraction purposes is developed according to a schedule of activity, operation and capital costs.

It is considered to present a technical and economic evaluation of the project of the inclined bent in deepening of the mine, considering the investments of the construction of the bent inclined in deepening, in order to have economic indicators.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis titulado “Influencia del diseño del pique inclinado en 30° en la profundización de la Veta Julie 2 Cia. Minera Poderosa S.A.- 2017”, fue realizada con la finalidad de optimizar la profundización de la Veta para incrementar las reservas de la mina y su producción utilizando el diseño del pique inclinado en 30° para extraer el mineral de los niveles inferiores Nv. 2660 hacia el Nv. 2410.

La presente consta de V Capítulos:

El Capítulo I: Contiene los aspectos generales para el Planteamiento del estudio, planteamiento del Problema, Formulación del Problema, Justificación e importancia hipótesis e Identificación de variables.

El Capítulo II: Contiene el Marco Teórico de la investigación, antecedentes, Definición de Términos, Descripción de la Cia. Minera Poderosa S.A., que incluye generalidades de la empresa, mineralización, ubicación y acceso, Descripción de la Mina, geología, geología económica, Clasificación geomecánica, métodos de explotación.

El Capítulo III: Se expone la Metodología y alcances, el diseño, Población y muestra, Técnicas e instrumentos de recolección de datos, y Técnicas de tratamiento de Datos.

El Capítulo IV: Se desarrolla el diseño para la construcción del pique inclinado, así como de sus componentes del izaje, winche, motor, cable, polea, carro de izaje, cálculos de izaje, tamaños de winche, tiempo de izamiento, y la profundización del pique inclinado en sí, así como los trabajos previos, perforación voladura, sostenimiento, instalaciones, Ventilación, Diseño y construcción del Pocket de carguío, mano de obra y equipos, Aspectos de seguridad en la operación del Inclinado.

El Capítulo V: Consta de la Evaluación Técnica y económica del Proyecto. Cronograma de inversiones, financiamiento y vida de la mina.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y Formulación del Problema

1.1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad el mundo minero necesita alcanzar metas y proyecciones con los recursos que se tiene en operaciones mineras, busca disminuir sus costos y maximizar su producción, de esta forma extraer el concentrado de acuerdo al avance, producción y la calidad de sus procesos; por lo que, según observaciones preliminares y comentarios de expertos en el tema, ciertos aspectos problemáticos de las empresas mineras están relacionados con requerir la aplicación de una tecnología moderna; de alto rendimiento, y de bajo costo, que brinde seguridad y sea adecuada para cada tipo de yacimiento al momento de ejecutar sus operaciones unitarias. (Vílchez C., 2015).

En el Perú, en La libertad, Cía. Minera Poderosa, minera subterránea, extrae oro usando el sistema convencional de trabajo; el método de explotación utilizado es Corte y Relleno Ascendente y la extracción de mineral y desmonte

en los niveles inferiores se realiza mediante el winche. La veta en estudio, Julie 2, en el Nv 2410 presenta una potencia significativa de hasta 3.00 m en la GL NW del Nv 2410, esta potencia es producto de la superposición de la veta en el mismo nivel, su potencia promedio es de 0.80m con una ley promedio de 34.35 gr Au/TM en la GL NW y 8.60 gr Au/TM en la GL SE, se encuentra en los niveles más profundos de la mina, se debe llegar al Nv. 2660 y sacar mineral por el Nv. 2410 hacia superficie; inicialmente se planeó usar para la profundización en la ejecución del laboreo en interior mina el método de rampas, sin embargo, con la ejecución de este método no se puede llegar a los niveles inferiores, provoca muchos gastos innecesarios y disminución de la productividad.

De lo anterior surgió la necesidad de analizar un diseño que ayude a profundizar la veta Julie 2, de tal forma que se pueda extraer el mineral situado en los niveles inferiores, se amplíe la producción, se reduzcan costos y el diseño seleccionado pueda utilizarse como acceso y transporte; además es necesario revisar el método de explotación a utilizar teniendo en cuenta las características geomecánicas de la roca y la ley del mineral.

Teniendo en cuenta los resultados que se emitan en la presente investigación, es importante valorar los indicadores obtenidos y realizar la ejecución y seguimiento eficiente, para ampliar la vida útil de la mina y conseguir resultados eficaces.

1.1.2 Formulación del problema

¿Cómo influye el diseño del pique inclinado en 30° en la profundización de la Veta Julie 2 en la Cía. Minera Poderosa S.A. en el año 2017?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Optimizar la profundización de la Veta Julie 2 en la Cia. Minera Poderosa S.A. a través del diseño de un pique inclinado en 30° en el año 2017.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Analizar la viabilidad y factibilidad del diseño del pique inclinado en 30° en la profundización Veta Julie 2 en la Cia. Minera Poderosa para disminuir los costos y mejorar la productividad.
- b) Extraer el mineral de los niveles inferiores utilizando el método de explotación por corte y relleno ascendente, tipo breasting.
- c) Utilizar el pique inclinado en 30° como acceso principal para el tránsito de personal y traslado de materiales (mineral, desmonte) usando el sistema de winche de izaje y locomotoras.
- d) Innovar/Mejorar con nuevos métodos y alternativas para optimizar la profundización Veta Julie 2 en la Cia. Minera Poderosa.

1.3. Justificación e Importancia

Las vetas presentes en el Batolito de Pataz presentan una orientación preferente NNW las vetas en el yacimiento de Poderosa no se excluyen de este sistema, se tiene investigaciones de cada una de las vetas NNW, sus controles de mineralización, su geometría y su relación con la reología de la zona, pero aún no se cuenta con un estudio detallado del sistema mineralizado de vetas secantes y de alto ángulo que cortan todo el batolito y en el yacimiento de poderosa a la fecha se vienen explorando y explotando.

Con esta investigación se demuestra que la aplicación del diseño del pique inclinado en 30° permite la profundización de la Veta Julie 2, es decir, con este método se logrará extraer el mineral de los niveles inferiores optimizando los costos y la productividad; según estudios, Dante (2008), optimizó costos mediante piques inclinados en la Compañía Casapalca, también, en el año 2011, CM los Andes S.A.C., ejecutó piques inclinados en más de tres niveles en la Compañía Minera Corona, así mismo, Roberto (2014) usó como Sistema de Extracción de Mineral el pique 718 con winche de izaje obteniendo como resultado el incremento de producción en menor tiempo en la mina Calpa- Arequipa.

Con la investigación planteada se contribuirá a generar un nuevo modelo para profundizar las Vetas en Cía. Minera Poderosa considerando la inclinación del pique en 30° aplicando el método de Corte y relleno Ascendente Convencional en el cuerpo denominado Julie 2, para optimizar, reducir los costos y mejorar la producción, de esta forma ampliar la vida útil de la mina; además, aporta al desarrollo de una teoría, como instrumento para recolectar o analizar datos.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

El diseño del pique inclinado en 30° influye optimizando la profundización de la Veta Julie 2 en la Cia. Minera Poderosa S.A. en el año 2017.

1.4.2. Hipótesis Específica

Las condiciones permiten la viabilidad y factibilidad del diseño del pique inclinado en 30° en la profundización Veta Julie 2 en la Cia. Minera Poderosa.

Fue factible utilizar como método de explotación, Corte y Relleno Ascendente, tipo breasting. Logrando los mejores resultados gracias a las características geomecánicas de la roca caja y la ley de cabeza del mineral

El pique inclinado en 30° se puede usar como acceso principal para el tránsito de personal y traslado de materiales (mineral/desmonte) por sus condiciones geomecánicas. Se utilizó el sistema de winche de izaje y locomotoras para el traslado.

El diseño del pique inclinado es un método existente para optimizar la profundización de las vetas, por ende, por las características de la Veta Julie 2 en la Cia. Minera Poderosa es necesario usar una inclinación con un ángulo de 30°.

1.5. Identificación de variables

1.5.1. Variable independiente

X: Diseño del pique inclinado en 30°

1.5.2. Variable dependiente

Y: Profundización de la Veta de la Veta Julie 2 en la Cia. Minera Poderosa S.A.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Del Pino Ávila D. R. (1998), en su Tesis Titulado: “*Profundización del Pique 801 Mina Mercedes S. A.*”, presentada a la dirección de investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas, en su conclusiones indica: N° 2 "Las reservas de la mina Mercedes, con la profundización permite prever una vida mayor de 4 años (117 250,00 t).- Conclusión N° 3 El izaje en la mina mercedes trabaja en tres (3) turnos/día, de los cuales dos turnos son el izaje del mineral y un turno para la profundización del pique, de esta manera no se detiene la operación en la mina.- Conclusión N° 6 La sección de un pique varía según las características 17 geomecánicas de la roca, uso que se va a dar el pique, disponibilidad de explotación de la mina, volumen que se va a transportar en ella tanto de materiales para la explotación, ventilación, tipo de sostenimiento del pique, para el caso de mina mercedes la sección es de 2.5 x 3 m.- Conclusión N° 8 La profundización del pique logra que las reservas aumente en un 80% y actualmente las

reservas son 63 490 t.- Conclusión N°11 El motor que existe actualmente de 60 Hp y según los cálculos, cumple con nuestros requerimientos.”

En el año 2004, Tipe Q., presenta su tesis titulada *“Implementación de chimeneas usando el método VCR (Corte y Relleno Ascendente Convencional) en la Compañía Consorcio Minero Horizonte”*, busca detallar la secuencia operacional para el desarrollo de chimeneas (piques inclinados) usando el método de Corte y Relleno ascendente Convencional, puesto que el buzamiento está entre 45° y 60° con una potencia de veta de 1.2 m en promedio, roca caja potente y con una ley de cabeza de 13 gr/TN. La limpieza del mineral la realiza con winches eléctricos hasta chimeneas donde se ejecuta el chuteo por medio de las tolvas, usa una longitud máxima entre los 50 a 70 metros, limitada por la desviación de los taladros, la sección utilizada es de 2 x 2 metros. Concluyó considerando el método VCR como el más seguro debido a que el personal trabajo fuera sin exponerse a gases y/o caída de rocas por efecto de la voladura, además el costo por metro lineal de las chimeneas usando el método es un 10-15% menor que las convencionales.

(Dante, 2008), en su investigación *“Optimización de costos mediante piques inclinados”*, aplicó el diseño de piques inclinados en la Compañía minera Casapalca y logró optimizar los costos de 3 niveles.

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; Facultad de Ingeniería de Minas Geológica y Civil; (Melgar, 2010), realiza un Proyecto llamado *“Construcción de pique; Mina Teresita, CIA. Minas Recuperada S.A.”*. El yacimiento de la mina no tiene acceso y se requiere profundizar y extraer mineral. Melgar P., propone la construcción de piques y rampas. Usó infraestructura y maquinaria de izaje, y además las utiliza para solucionar problemas de transporte. Este trabajo muestra que,

con el uso de piques inclinados, se mejora la productividad y la velocidad de extracción, asimismo, describe las mejoras sobre el aspecto económico del proyecto y su rentabilidad.

En el año 2011, CM los andes S.A.C. ejecuta piques inclinados en más de 3 niveles en la compañía minera corona S.A.C., para extraer mineral desde los niveles inferiores, con este método optimizó los costos y logró una mayor producción.

SEGAMA (2012), Tesista de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la Facultad de Ingeniería de Minas Geología y Civil presentó el “*Proyecto de Construcción de Pique en La Mina Teresita CIA. Minas Recuperada S.A.*” llegó a las siguientes conclusiones: 1. Que los presupuestos anuales son confeccionados con estándares históricos, los mismos que cada año van mejorando, así como los índices de productividad de materiales se han mejorado vía optimización de las mallas de perforación, vida de barrenos y brocas 2. Las características de la roca (pórfido cuarcífero) permitirá la realización del pique 3. Reemplazando el transporte mixto con el de izaje, se logrará que se obtenga un mayor beneficio del mineral de los niveles inferiores, mezclando con lo de la zona alta.

El costo de transporte por tonelada con el sistema actual es de 1.07 \$/TM siendo mayor a lo obtenido con el nuevo sistema que es de 0.70 \$/TM represente el 65% del actual, la ejecución del proyecto es rentable desde el punto de vista del VNA y TIR.

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, el bachiller Quispe A., (2013) realizó un estudio titulado “*Optimización de Minado usando Breasting, en la unidad minera Orión*”, la empresa tiene vetas angostas (0.30-0.80m), con buzamiento de 60° aprox., de oro con ley de cabeza de 12.50 gr Au/TM mediante el método de explotación de Corte y Relleno Convencional utilizando perforación

vertical, lo que le conlleva a tener problemas de sostenimiento y dilución del mineral. Quispe propone utilizar piques inclinados y modificar el tipo de perforación vertical por el tipo de perforación en bresting. Logró la optimización de la producción del mineral, elevó la eficiencia, disminuyó costos, mejoró el ciclo de minado, y controló el factor de seguridad y dilución.

En el Perú, en el año 2013, Arias Calla, desarrolló como tesis *un planeamiento y diseño del sistema de extracción del proyecto de profundización de la U.O San Braulio Uno*, con el objetivo de profundizar la mina ya que se habían agotado las reservas, esto incluyó determinar los equipos óptimos, ciclos de trabajo, costos de capital y operación para el izaje y transporte. El método de explotación utilizado fue Open Stopping y la extracción de mineral y desmante en los niveles inferiores lo realizó a través de un pique inclinado, mediante el uso de winche de izaje y de locomotoras con carros mineros. Ejecutó la continuación de una rampa negativa desde el NV. 3920 hasta el NV. 3880. Logró extraer los bloques de mineral encontrados en dichos niveles mediante el uso de un nuevo pique inclinado. Este estudio aporta con el diseño de un pique inclinado para la profundización de mina, para llegar a los niveles más profundos cuando se hayan agotado las reservas ya que implica costos bajos y mayor productividad.

En el año 2014, Medina A., realiza una investigación llamada *“Sistema de extracción de mineral del pique 718 con winche de izaje e incremento de producciones en mina Calpa – Arequipa”*. En esta mina la extracción del mineral se realiza de forma manual, sacando el mineral en sacos a pulso de interior mina a superficie, por ende, pierden tiempo y tienen un elevado costo de extracción; con la investigación busca implementar un sistema de extracción de mineral mecanizado utilizando winche de

izaje que permita aumentar su producción; logra realizar el cambio usando el diseño de un pique inclinado, la extracción del mineral se realiza en menor tiempo y con menor esfuerzo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Extracción por pique inclinado de mina

Si el acceso a un yacimiento ha sido practicado por medio de un pozo vertical o inclinado, esos pozos son equipados con instalaciones de extracción destinadas al descenso y subida del personal, equipos, materiales, como asimismo a la extracción del mineral y ganga. Esas instalaciones se dividen en las de extracción por jaulas y por skips (vasijas de extracción). Las instalaciones con jaulas pueden cumplir todas las funciones de extracción mencionadas, en tanto que las de skips sirven solo para la extracción de mineral o de ganga. La máquina de extracción es equipada con un indicador de profundidad que señala al maquinista la posición de las vasijas de extracción en el pozo; con un tacogrofo, es decir, un indicador autoregistrador de la velocidad de movimiento de aquella y con otros dispositivos que garantice que garantizan la seguridad de la extracción. Los tambores de las máquinas de extracción suelen ser cilindros o cónicos. El diámetro del tambor debe ser, cuanto menos, 80 veces mayor que el de cable enrollado. (Borisov, S. y otros. Labores Mineras. Editorial MIR). Es un método de extracción que iza el mineral a través de un pique, la carga se deposita en los skips y este es izado por medio de un winche eléctrico. En la parte superior, tiene un sistema de descarga hacia una tolva de almacenamiento de mineral. (Francisco Grimaldo Z., 2006).

2.2.2. Sistemas de Izaje

En tanto continúe la tendencia de la explotación de minas profundas, los sistemas de izaje y sus equipos asociados se irán haciendo cada vez más sofisticado, complejos, grandes y caros. Sistema de izaje a través de los piques de una mina, tiene semejanza a los ascensores de los edificios, en las minas importantes del Perú, se utiliza el winche como maquina principal de transporte vertical. (Llanque M. Óscar E., y otros.2008). El izaje es un sistema utilizado para levantar, bajar, empujar o tirar una carga por medio de equipos tales como elevadores eléctricos, de aire o hidráulicos, grúas móviles, puentes - grúa, winches y tecles (Decreto Supremo N° 055-2010-EM). Los piques son labores verticales que sirven de comunicación entre la mina subterránea y la superficie exterior con la finalidad de subir o bajar al personal, material, equipos y el mineral. Dentro de la estructura del pique el sistema que cumple efectivamente la función de bajar y subir los materiales este formado por cinco elementos con sus respectivos accesorios y son: Winche o tambora o aparatos de enrollamiento, Cable, Polea, Jaula y/o balde (Skips), Torre o Castillo. (De la Cruz C., Estanislao. 2000).

2.2.3. Componentes de un sistema de izaje

Dependiendo de las dimensiones y necesidades, un winche de izaje tiene los componentes, como también se observar en la investigación de Llanque M. Óscar E., y otros. 2008.

Tambora (una o dos).

Motor.

Sistema de seguridad: Lilly control, frenos, etc.

Palancas de control.

Cable.

Jaula, balde o skips.

Poleas.

Estructura de desplazamiento o castillo.

2.2.4. Incremento de producción

La productividad en minería es sinónimo de mecanización, reemplazando la labor manual con máquinas sofisticadas. En las últimas décadas los métodos de minado subterráneo han introducido máquinas modernas de mayor capacidad y tamaño, los empleos de estos equipos han incrementado la producción. La producción 20 mecanizaciones permite alcanzar un mayor nivel de producción, (Llanque M. Óscar E., y otros.1999)

2.3. Definición de términos básicos

- a) **Pique:** Los piques son labores verticales que sirven de comunicación entre la mina subterránea y la superficie exterior o cuando se requiere profundizar una mina en plena operación o se quiere extraer mineral o desmonte, la cámara de winche está en el interior de la mina.

- b) **Winches de Izaje:** El winche de izaje, es una maquinaria utilizada para levantar, bajar, empujar o tirar la carga; el winche de izaje, es utilizado también para bajar e izar personal del interior de la mina; siempre que cumpla con exigencias mínimas de seguridad. En otras palabras, el sistema de izaje a través de los Piques de una mina, tiene semejanza a los ascensores de los edificios, hospitales, etc.; en las minas importantes del Perú, se utiliza el winche como maquinaria principal de transporte vertical (para el arrastre de mineral, se utilizan los winches de rastillaje). Equipos

similares de izaje son los elevadores eléctricos de aire o hidráulicos, grúas móviles, puentes-grúa y teclees.

- c) **Tambora (una o dos):** Son cilindros metálicos donde se enrolla el cable. Podríamos hablar del enrollado activo que es el cable que verdaderamente trabaja y el enrollado de reserva para los cortes reglamentarios que dispone la ley.
- d) **Motor:** Es el propulsor de la acción mecánica, es el que realiza el trabajo de izaje. Las características del motor se eligen de acuerdo al requerimiento y la capacidad de la carga que se quiere izar y a las dimensiones y modelo del pique.
- e) **El tambor:** Son cilindros en el que se enrolla los cables, cuya superficie puede ser liso o con ranuras helicoidales.
- f) **Jaula, Baldes o Skips:** Es uno de los componentes esenciales del sistema de izaje; las jaulas, baldes y skips, cumplen la función de transportar en su interior al personal y/o mineral según los requerimientos de producción, respetando las condiciones establecidas en el reglamento de seguridad minera.
- g) **Jaulas de Extracción:** Son montacargas (ascensores) destinados a elevar carga, de 1 o más pisos que levan vías para permitir el ingreso y salida de las vagonetas de mineral; la capacidad de cada piso varia de 1 a 4 carros.
- h) **Polea:** Es una rueda acanalada que gira alrededor de un eje central por el que pasa el cable en cuyos extremos se encuentra la jaula o skip (resistencia) y en la otra el winche o tambora (potencia).

- i) **Castillo o Estructura de Desplazamiento:** Es la cúspide de la estructura del pique donde se encuentra la polea que dirige el movimiento del cable. Es una estructura vertical que se levanta por encima del collar del pique.
- j) **Mecha rápida (Igniter Cord):** Es un accesorio de voladura formado por una masa pirotécnica, dos alambres y una cobertura exterior de material plástico.

2.3.1. Pique inclinado

En un terreno incompetente las rampas son difíciles de desarrollar mantenimiento es costoso.

Los piques inclinados pueden acomodarse de acuerdo a la conveniencia del diseño mineral en producción; pudiendo servir a la vez como camino, servicio, etc. La mayoría de los inclinados utilizan sostenimiento “shot cret” con mallas y pernos. Los inclinados pueden ser:

- De un solo compartimento.
- De dos compartimentos de lado a lado.
- De dos compartimentos abajo y arriba.

En pozos poco profundos y sin equipos de profundización especiales sólo se logran avances de 5 a 10 m por semana para pozos de 500 m. Mediante mecanización se consiguen avances de 30 m por semana.

2.3.2. Profundización

De todas las aperturas realizadas en las minas de piques son las obras más costosas en tiempo y dinero. Además, la profundización de piques es un

procedimiento complicado. Aunque algunos piques se perforan mediante sondeos de gran diámetro, en la mayoría se emplea el método tradicional de perforación y voladura, bien de sección rectangular con sostenimiento con madera, pernos y malla, que es hoy lo comúnmente empleado y recomendado a contratistas externos para ello. Excepto a grandes profundidades, los piques perforados en roca dura no requieren consideraciones especiales para el mantenimiento de la estabilidad del parámetro. Los piques se perforan de arriba hacia abajo, aunque en minas ya existentes a veces se realiza de abajo hacia arriba.

2.3.3. Yacimiento tipo veta

Yacimiento compuesto por un cuerpo mineral de forma alargada, limitado por planos irregulares de rocas denominadas “encajonantes”. Generalmente la veta es vertical. Cuando el cuerpo mineral aparece tendido o echado se le llama “manto”. Las vetas constituyen el tipo de yacimiento más común en nuestro medio. Ante la presencia de un cuerpo mineral con características de veta única, se analizarán dos posibilidades, las cuales pueden resumir los diferentes casos posibles en este tipo de yacimiento, estos son: Veta Vertical y Veta inclinada.

2.4. Descripción de la Cia Minera Poderosa S.A.

Se constituyó en Perú el 5 de mayo de 1980. La compañía Minera Poderosa S.A. (CMPASA) es una empresa dedicada a la extracción, procesamiento y recuperación de oro, que actualmente explota varios yacimientos mineros, ubicados principalmente en el departamento de la Libertad, Provincia y distrito de Pataz.

Las primeras actividades de CMPSA en la zona Sur de explotación, donde se aplicará el presente proyecto, en sus inicios fue formada por la empresa de Propiedad Social “Minero Pataz E.P.S N°1” en el año 1977.

CMPSA el 12 de marzo de 1999 solicitó 8.115 hectáreas de terreno superficial, para la concesión de beneficio denominada “Santa María I”, para beneficiar minerales metálicos, mediante el sistema de Cianuración y precipitación Merrill Crowe a una capacidad de 20TMD.

2.4.1. Generalidades de la empresa

CMPSA tiene concesiones de diversos sectores del territorio nacional principalmente en la zona norte de la sierra de la Libertad. En función a los proyectos mineros planteados para el presente estudio de impacto ambiental se tomará en cuenta las siguientes concesiones: (Ver Tabla 1).

Tabla 1.
Relación de concesiones del área del proyecto

Concesión		Mina	Área (ha)	Vértice	Coordenadas UTM (WGS 48 – Zona 18S)	
Nombre	Código				Norte	Este
Minero Pataz E.P.S. N° 1	15006995X01	Santa María	750,0000	1	9 141 480,53	216 144,66
				2	9 140 194,76	216 093,48
				3	9 139 002,85	216 030,33
				4	9 139 161,59	213 034,06
				5	9 141 658,48	213 166,34
				6	9 141 651,14	213 304,82
Minero Pataz E.P.S. N° 2	15006996X01	Santa María	747,7475	1	9 139 161,58	213 034,05
				2	9 139 002,86	216 030,33
				3	9 138 191,06	215 987,32
				4	9 137 961,40	215 825,12
				5	9 137 859,26	215 969,74
				6	9 136 505,97	215 898,06
				7	9 136 664,68	212 901,79
Minero Pataz E.P.S. N° 3	15007008X01	Consuelo y Atahualpa	746,2500	1	9 144 153,64	213 338,30
				2	9 141 658,14	213 188,37
				3	9 141 838,06	210 193,77
				4	9 144 333,56	210 343,70
Minero Pataz	15007009X01	Atahualpa	750,0000	1	9 143 973,73	216 332,90

E.P.S. N° 4				2	9 141 478,23	216 182,97
				3	9 141 658,14	213 188,37
				4	9 144 153,64	213 338,30
Cosita Rica	15009929X01	Atahualpa	174,0000	1	9 141 653,02	212 980,35
				2	9 141 053,23	212 980,37
				3	9 141 130,50	210 065,40
				4	9 141 730,28	210 081,38
Escudo Poderosa 2	010234907	Atahualpa y Santa María	700,0000	1	9 142 000,00	213 000,00
				2	9 141 000,00	213 000,00
				3	9 141 000,00	214 000,00
				4	9 140 000,00	214 000,00
				5	9 140 000,00	208 000,00
				6	9 141 000,00	208 000,00
				7	9 141 000,00	212 000,00
				8	9 142 000,00	212 000,00
María Antonieta	15009584X01	Santa María	136,0000	1	9 141 583,05	216 749,22
				2	9 139 885,60	216 681,60
				3	9 139 908,27	216 082,07
				4	9 141 606,92	216 149,69
Evita 5	15008481X01	Santa María	125,2970	1	9 141 978,81	217 473,58
				2	9 140 331,59	217 381,96
				3	9 140 301,41	216 915,96
				4	9 140 711,93	216 944,39
				5	9 140 727,81	216 715,15
				6	9 141 583,05	216 749,22
				7	9 141 598,92	216 350,75
				8	9 142 039,90	216 375,27
La Nueva Porfía N° 2	15006732X01	Santa María	15,9508	1	9 140 711,93	216 944,39
				2	9 140 301,41	216 915,96
				3	9 140 297,23	216 851,36
				4	9 139 914,74	216 876,13
				5	9 139 928,10	216 683,29
				6	9 140 727,81	216 715,15
Evita 2	15007121X01	Santa María	961,8962	1	9 139 786,79	218 655,98
				2	9 138 468,56	218 576,78
				3	9 135 795,35	218 394,15
				4	9 135 827,93	217 917,23
				5	9 135 854,00	217 918,80
				6	9 135 973,95	215 922,40
				7	9 135 964,26	215 921,82

				8	9 135 965,75	215 899,97
				9	9 137 819,11	216 026,59
				10	9 137 730,65	216 151,85
				11	9 138 139,06	216 440,29
				12	9 138 369,81	216 113,57
				13	9 138 292,44	216 058,93
				14	9 139 904,98	216 169,09
				15	9 139 885,60	216 681,60
				16	9 139 921,58	216 683,03
				17	9 139 908,36	216 890,14
				18	9 139 698,40	216 890,14
				19	9 139 800,11	218 460,92
San Benito PB	15009506X01	Santa María	132,0348	1	9 140 439,40	219 047,05
				2	9 139 840,58	219 085,83
				3	9 139 698,40	216 890,14
				4	9 140 297,23	216 851,36

Fuente: Compañía Minera Poderosa – Área de Geología

2.4.2. Actividades económicas

La empresa tiene planificado desarrollar el proyecto del pique inclinado Julie 2, el cual consistirá en la explotación subterránea de un yacimiento de oro con fines de comercialización del oro, a un ritmo de extracción de 42 TN (28 carros U35) por días (tpd) de material.

2.4.3. Mineralización

Según el departamento de geología de la CIA Minera Poderosa S.A, La mayor mineralización en el Norte la constituye los yacimientos en Pataz – Buldibuyo, en forma de vetas, con grandes posibilidades de Au, en intrusivos del carbonífero y en rocas metamórficas ordovícicas y del precámbrico como Poderosa, Horizonte, Marsa.

La profundización de los yacimientos de Au en Pataz – Buldibuyo (la Libertad) es mayor de 1000 m, la mineralogía es simple, presentándose Au en

los siguientes minerales: cuarzo grisáceo, cuarzo lechoso, pirita, pirrotita, arsenopirita, esfalerita y galena. Sus vetas son concordantes al rumbo de la cordillera, con varias etapas de mineralización y un tectonismo posterior a la mineralización bastante complejo, con alteración hipógena intensa de sus cajas como sericitización, argilización, propilitización. Son yacimientos hidrotermales de alcance epitermal, mesotermal a hipotermal.

Las zonas mineralizadas en esta provincia metalogenética son:

Zona Pataz – Buldibuyo (La Libertad). - de norte a sur, tenemos los yacimientos filonianos de oro: Poderosa, Pataz, Real aventura (culebrillas), Horizonte (Parcoy), Marza, La Paccha, Buldibuyo, Huaylilla; emplazados en el batolito de Pataz, de rumbo nor oeste, de 70 km. De longitud, 3 a 8 km. De ancho, composición de granodiorita a monzodiorita, de 305 Ma. dentro del carbonífero.

Este batolito ha intruido a filitas, esquistos del complejo del Marañón del Precámbrico y a metavolcánicas del ordovícico, se formó un fallamiento regional en el contacto del batolito de Pataz con sedimentos Mesozoicos. Las vetas son mayormente concordantes al eje del Batolito, con argilización de las cajas en Poderosa y propilitización en Horizonte y Marsa. La mineralización de oro en los yacimientos referidos es de baja sulfuración.

2.4.4. Ubicación y acceso

Políticamente se encuentra ubicado en el anexo de Vijus, distrito y provincia de Pataz, departamento de la Libertad 360km al NE de la ciudad de Trujillo.

Geográficamente se encuentra ubicada en el flanco horizontal de la cordillera de los andes, emplazado en el batolito de Pataz, en el margen derecho del rio Marañón como se muestra en la figura 1.

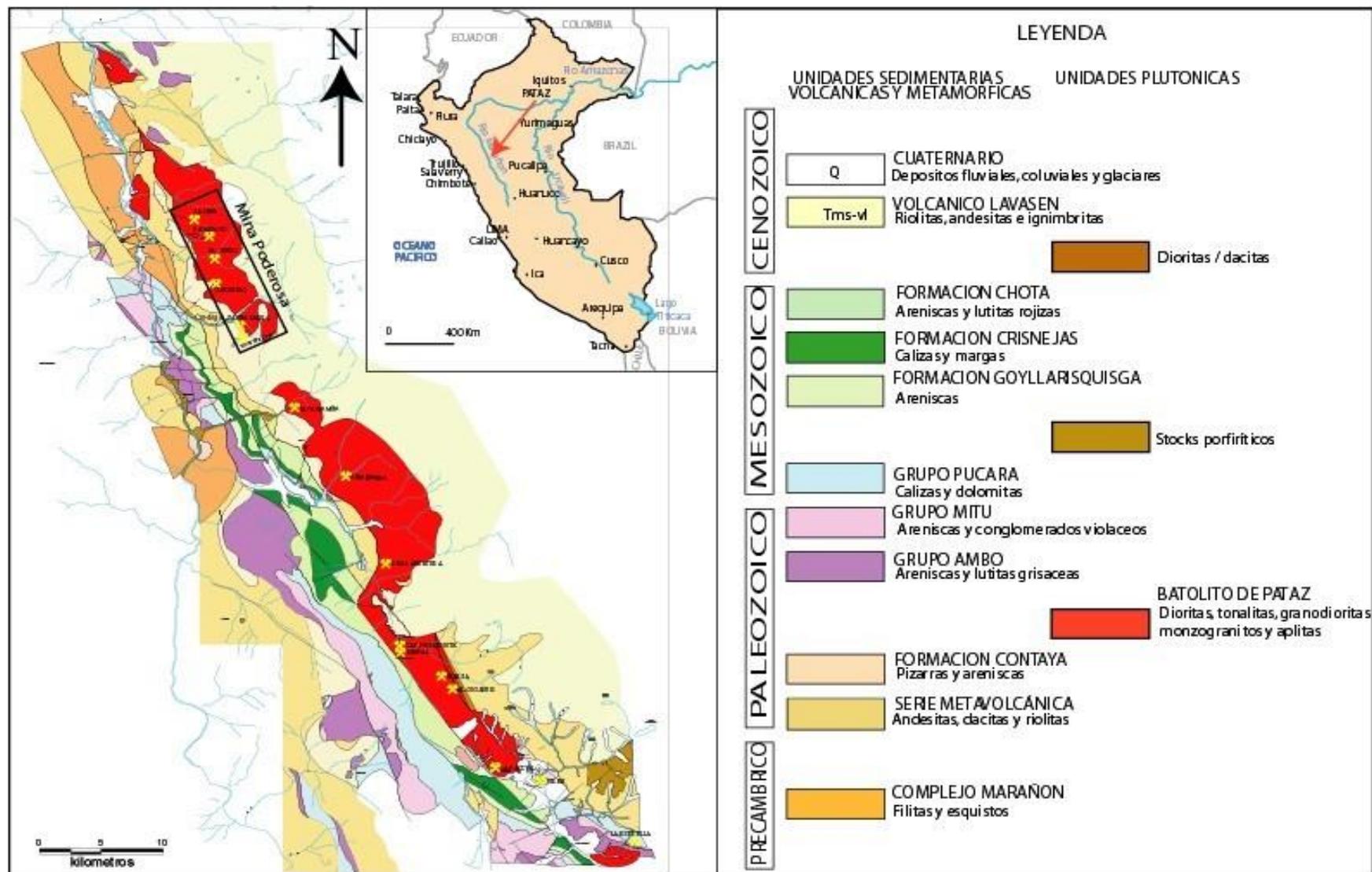


Figura 1. .
Fuente: Compañía Minera Poderosa.

El proyecto geográficamente se ubica a 77°35' 40'' de longitud oeste y 07°47'00'' de latitud sur.

Se ubica en coordenadas UTM es:

N: 9'147,178,154

E: 210,485,250

La accesibilidad a la unidad de producción marañón puede ser mediante vía terrestre y vía aérea, para interpretar mejor podemos observar la tabla 2 y tabla 3.

Tabla 2.
Acceso vía aérea

LUGAR	DISTANCIA (KM)	TIEMPO (hh:min)	MEDIO
LIMA –TRUJILLO	560	00:45	AVIÓN
TRUJILLO- CHAGUAL	300	00:40	AVIONETA
CHAGUAL – MINA	46	00:40	CAMIONETA
TOTAL	906	02:05	

Tabla 3.
Acceso vía terrestre

LUGAR	DESTINO	DISTANCIA (KM)	TIEMPO (hh:min)	MEDIO
LIMA	TRUJILLO	560	09:00	BUS
TRUJILLO	CHAGUAL	300	12:00	CAMIONETA
CHAGUAL	MINA	46	00:25	CAMIONETA

2.4.5. Descripción de la mina

Tabla 4.
Breve descripción de la mina

Inicio de Operaciones	Mayo 1982
Ubicación	Caserío de Vijus, Distrito y Provincia de Pataz. Departamento de la Libertad
Altitud	Entre los 1250 y 3000 m.s.n.m.
Fuerza laboral	500 Empresa, 350 contrata
Sistema de trabajo Empleados y obreros	28 x 14
Producto	Oro
Yacimientos	Filoniano emplazado en el batolito de Pataz
Recursos	1252,156 TM con 34.94 gr. Au./TM.
Capacidad de tratamiento Planta horario	740 TM/día
Métodos de explotación	Long Wall (variante del Open Stopping)
Métodos de explotación	Mecanizada y convencional
Tratamiento	Lixiviación con cianuro, recuperación con Merrill crowe y fundición de barra dore

2.5. Geología

2.5.1. Geología regional

Según el departamento de geología de la CIA Minera Poderosa S.A. la zona aurífera está ligado a una franja de rocas intrínsecas conocidas como “Batolito de Pataz” que cortan a los esquistos, filitas y pizarras del complejo del Marañón. El Batolito de Pataz se extiende de aproximadamente 50 km de longitud y 3 km de ancho, limitado por el NE, con el complejo de marañón y por SW con las rocas sedimentarias paleozoicas del grupo mito.

En el distrito minero, las zonas de fallas y fracturas preexistentes dentro del intensivo han seguido canales de circulación de las soluciones mineralizantes hidrotermales, estas vetas han sido falladas y plagadas en más de dos circuitos tectónicos; razón por la cual se presentan muy irregulares en su comportamiento estructural y continuidad. El relleno mineralógico de las

estructuras mineralizadas está constituido por cuarzo lechoso, pirita, arsenopirita, marmatita, escalerita, calcopirita, galena, pirrotita y oro en estado nativo y libre.

2.5.2. Geología local

La zona se halla mayormente cubierta por depósitos cuaternarios por lo cual las zonas y estructuras mineralizadas se encuentran poco expuestas. Por debajo de la cubierta cuaternaria se extiende el extensivo de Patas, en donde la naturaleza félsica hospeda las vetas auríferas. Al NE cerca al campamento san Andrés, afloran rocas metamórficas del complejo marañón y al SW del tambo ocurren de areniscas limonitas volcánicas (capas rojas), pertenecientes al grupo Mitú.

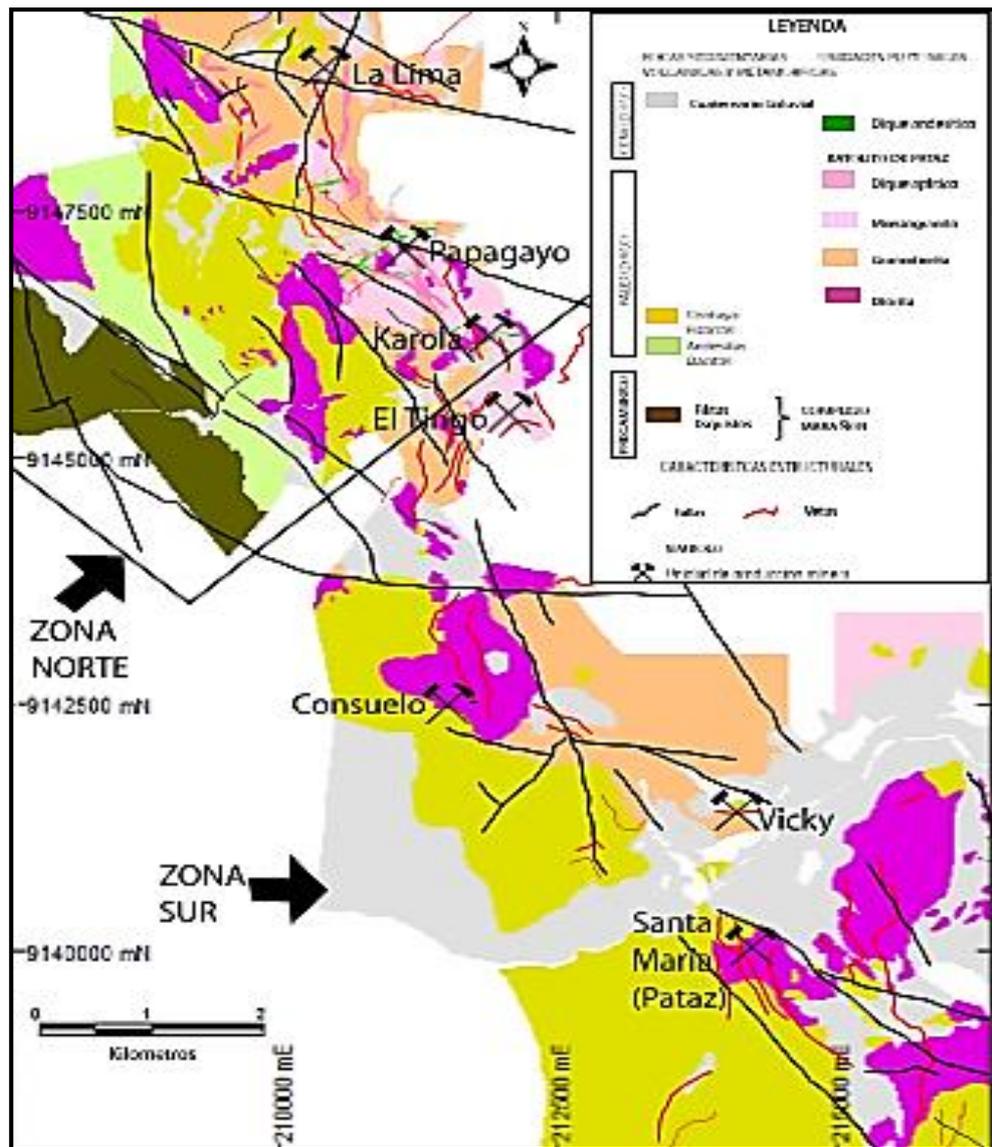


Figura 2. Plano geológico local de la Mina Poderosa
Fuente: Compañía Minera Poderosa

2.5.3. Geología estructural

El batolito de pataz tiene una forma alargada de dirección NE- SE paralelo al lineamiento andino un cuerpo intensivo cuya forma lenticular y alargada se debe a su emplazamiento a lo largo de una gran fractura regional. Constituido por dioritas, tonalitas, granodioritas con cambios graduales a monzogranito. Su mecanismo principal de formación es el cizallamiento, debido a un gran contraste de competencia con las rocas metamórficas adyacentes. De manera que los sistemas de vetas auríferas en la región de pataz están ligados

especialmente a la geometría del batolito, evaluados en las zonas marginales de este cuerpo intrínseco.

Las áreas mineralizadas se encuentran en vetas transicionales relacionados a un campo de esfuerzos entre extensión y cizalla relleno fracturas contactos litológicos, diques y estratificaciones de orientación NS 45°E NW-SE 45°E, NE 20° S-N enlazados y desplazados por 3 familias de fallas subverticales regionales sincrónicas a la mineralización la primera familia tiene una dirección de NW-SE, la segunda E-W y la tercera familia NE-SW dentro del relleno de la zona de falla en común la presencia de sericita, clorita y panizo (gouge) localmente se observa fragmentos alterada y panizo por cuarzo estéril.

En conclusión, el sistema de vetas de la región de Pataz es interpretado como una circulación de fluidos hidrotermales dentro de un sistema de fracturas en extensión cuyas aperturas para el desarrollo de los ore-shoots son probablemente el resultado de la influencia de las fallas transversales sobre los planos de debilidad relacionados a un evento más temprano (Saigreault, 2001).

2.5.4. Geología Económica

Según el departamento de geología de la CIA Minera Poderosa S.A. la unidad Minera santa María aloja distintas vetas como: Julie, Briana Para efectos de esta tesis se describe la veta Julie las cuales es donde se ubica el proyecto.

2.5.5. Veta Julie

2.5.5.1. Orientación potencia leyes

La veta Julie tiene una orientación promedio de N-320° a N-330° con buzamiento desde 25° hasta la horizontal NE, la extensión

en el rumbo es de 450 m y en el pliegue es de 550 m, la potencia varia de unos centímetros hasta 3.03m con un promedio de 1.04m con una ley promedio de 34.94 g Au/TM .la alteración típica y predominante es de filica con bordura externa propilitica.

2.5.6. Tipos de yacimientos

Las vetas que se encuentran en la unidad Minera santa María son de tipo filoneano, con concentraciones mineralógicas de pirita aurífera a modo de clavos y cuyo origen se atribuye a procesos hidrotermales post magnaticos y asociados al desplazamiento de batolito de Pataz.

2.5.7. Mineralogía

El ensamble mineralógico lo constituye una asociación típica mesotermal de cuarzo – pirita - oro. Este último se observa como electrón y libre, relleno de las fracturas y contacto de la galena-pirita además de los minerales indicados también son reconocidos minerales como arsenopirita, calcopirita, etc.

2.6. Mina

2.6.1. Clasificación geomecánica

2.6.1.1. Índices de resistencia geológicas GSI

Según el departamento de geomecánica de la CIA Minera Poderosa S.A. Propuesto por Hook (1997) y Hook Kaisen y Baluden (1998) proporciona un sistema práctico para estimar la variación de la resistencia que presentara un macizo rocoso con diferentes condiciones geológicas.

La resistencia de un macizo rocoso fracturado depende de las propiedades de los trozos o bloques de rocas intactas y también de la libertad de estos para guiar o deslizarse bajo distintas condiciones de esfuerzo. Esta libertad está controlada por el perfil geométrico de los trozos o bloques de roca intacta, así como también, por la condición de la superficie que separan dichos trozos o bloques.

2.6.1.2. Tabla de GSI modificada

En base a la cartilla geomecánica originales del índice de sistema geológica (GSI) y teniendo como objetivo que puedan ser utilizados en forma muy práctica y sencilla, sin dejar de tomar en cuenta las características principales, se ha asociado al parámetro de estructura del macizo rocoso, al grado de fracturamiento medido según la cantidad de fracturas por metro cuadrado al RMR y modificado su terminología de acuerdo a estos conceptos.

Levemente fracturado / buena de 2 a 5 fracturas / (LF/B) RMR
75-100

Moderadamente fracturada / buena de 6 a 11 fracturas /
(MF/B) RMR 65-80

Muy fracturada /buena de 12 a 20 fracturas / (MF/B) RMR 55-
75

Intensamente fracturado / buena mayor de 20 fracturas / (IF/B)
RMR 45 – 55

Con respecto al parámetro de condiciones de las discontinuidades en labores de explotación y avance, se ha asociado este a la resistencia de la roca intacta, determinada en forma muy sencilla y practica con golpes de la picota o su orientación / disgregación de la misma, usando la siguiente terminología.

Buena (B) muy resistente, se rompe con 3 o más golpes de picota.

Regular (R) resistente, se rompe con 1 o 2 golpes de picota.

Pobre (P) pobre moderadamente resistente, se rompe superficialmente con golpes de picota.

Muy pobre (MP) blanda o muy blanda, su resistencia es más de 5 mm.

Mencionados en la cartilla geomecánica original.

De esta manera con el uso del flexómetro y la picota se obtendrá rápidamente una clasificación del macizo rocoso.

2.6.1.3. Geomecánica del yacimiento

Las vetas en forma general presentan una orientación de NE - SW con buzamientos bajos (sub horizontales) cuando están siendo contados por un sistema de fallas más principales que van de NE - SW con buzamiento de 60° a 80° y otro sistema de NW- SE con buzamiento de 60° a 70°.

Presenta cuatro calidades de roca:

MF/R 55-75 RMR (color naranja)

MF/B 55-75 RMR (color amarillo)

MF/MP 25 – 45 RMR (color marrón)

2.6.1.4. Veta Julie 2

La zona presenta fallamiento NW-SE las de orientación NW - SE con buzamiento bajo de (45°E) sufren diferentes etapas reactivación en contextos compresionales y/o extensionales, estos últimos son los planos principales que hospedan la mineralización hasta hoy reconocidos.

La segunda familia de fallas con orientación E - W es de buzamiento subverticales y se les observa en todas las unidades mineras.

CARTILLA GEOMECÁNICA PARA TAJOS Y AVANCES

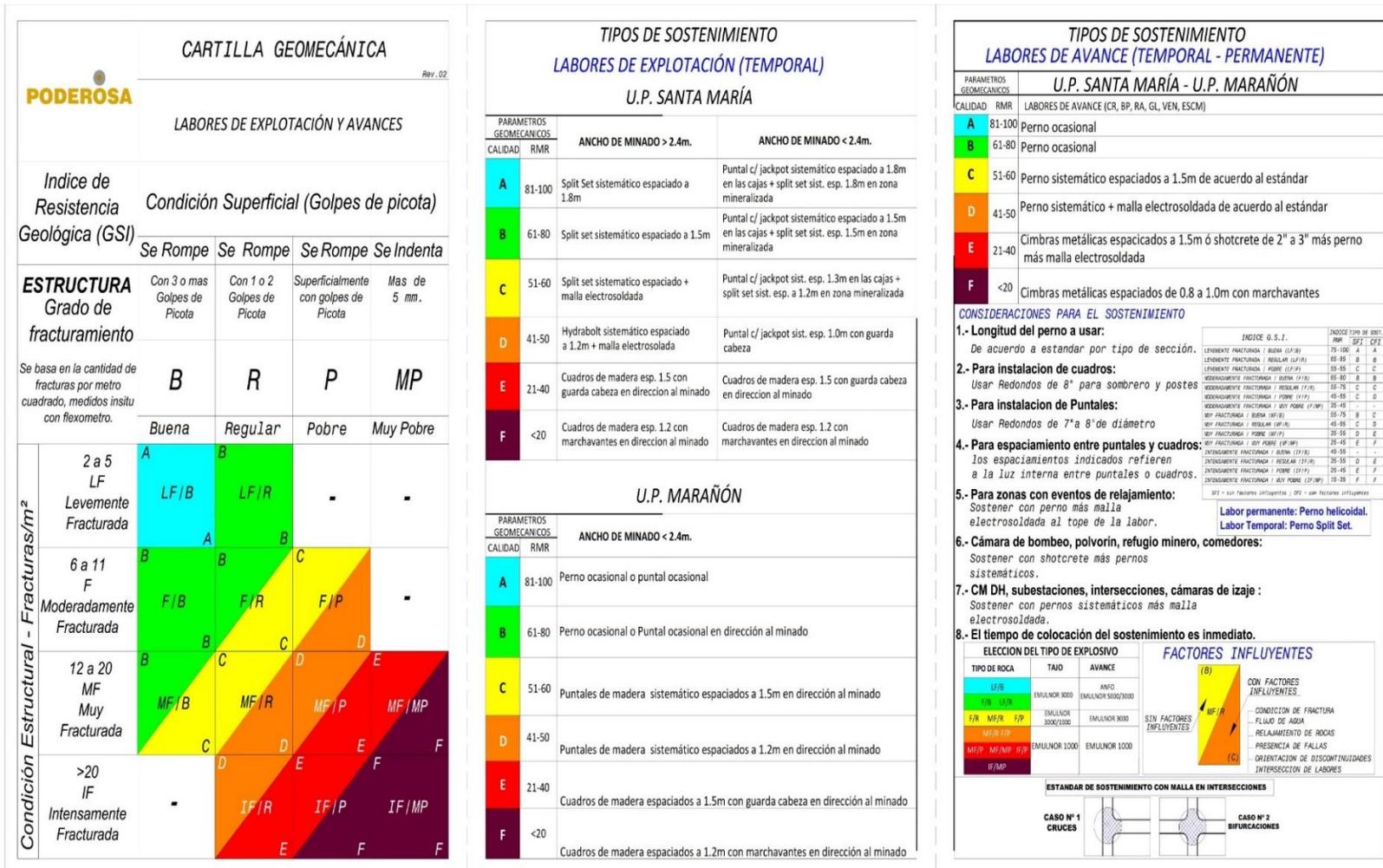


Figura 3. Cartilla Geomecánica para (Tajos y Avances)
Fuente: Compañía Minera Poderosa – Área geomecánica

2.6.2. Métodos de explotación

En la compañía minera Poderosa, unidad de producción Santa María para poder producir el tonelaje planificado, se utiliza el método de explotación Long Wall (variante del Open Stopping).

Este método permite llevar un mejor control de la estabilidad geomecánica de la labor de explotación, así como una mejor distribución y operación del ciclo de minado para las vetas angostas. Es considerado una variación del método de explotación Open Stopping.

2.6.2.1. Preparación

Se realiza mediante una galería principal de acceso y que se utiliza también como transporte ubicada a lo largo de la base de la mineralización. En esta galería se ubica 03 chimeneas espaciados a cada 25 m., de las cuales 02 son utilizadas como acceso y 01 como echadero y cara libre para la explotación. Así mismo para completar el block de explotación se construye un sub nivel base de 25 m. de largo y con 05 m. de puente hacia las galerías: superior e inferior, además 02 subniveles de control espaciados cada 20 m. del subnivel base.

2.6.2.2. Explotación

La explotación para ambas Unidades de Producción se lleva a cabo de distinta manera. El detalle se presenta a continuación.

2.6.2.3. UP Santa María

El minado se realiza en franjas o tajadas verticales de 05 m. de longitud, en cada uno de estos cortes se colocan puntales de avance para que sirvan de base para la perforación de la parte superior del tajo donde se encuentra la zona mineralizada.

2.6.2.4. UP Marañón

El minado se realiza en franjas o tajadas verticales de 08 m. de longitud, la perforación se realiza horizontalmente (breasting) con una longitud de 1.5 m. que es la longitud que se requiere para colocar un cuadro de madera como medida de seguridad, por lo que al final para el total de la longitud de corte necesaria se utiliza 05 cuadros de madera.

2.6.2.5. Diferencias

La principal diferencia es el tamaño de la franja: cinco metros en la UP Santa María u ocho metros en la UP Marañón, esto debido a que la mineralización del oro es diferente presentándose con un ángulo de buzamiento mayor a 50° en la UP Santa María y menor a 30° en la UP Marañón. Los parámetros del ciclo de operación considerados dentro del Planeamiento se describen a continuación, cabe destacar que son los mismos para ambas Unidades económicamente activas.

2.6.2.6. Perforación

La perforación en ambas UP se realiza con el mismo equipamiento, accesorios y parámetros. Los detalles técnicos se presentan a continuación.

Perforadoras: Jack legs

Barrenos: 2, 4 y 5 pies

Longitud perforada: 1.50 m.

Burden: 0.4 m.

Espaciamiento: 0.4m.

2.6.2.7. Voladura

La voladura en ambas UP se realiza con el mismo explosivo y accesorios. Los detalles técnicos para ambas unidades se presentan a continuación.

Explosivo: Emulnor 1000, Emulnor 3000 y Emulnor 5000

Accesorios: Carmex

Factor de carga 2.52 kg/m³

2.6.2.8. Limpieza

El mineral que es roto producto de la voladura se limpia por medio de equipos que son llamados Winches y que tienen diferentes potencias: 15 y 30 HP. Estos winches cumplen la función de llevar el mineral del block de explotación hacia la chimenea que es utilizada como echadero, en donde cae hacia la tolva por efecto de la gravedad en la UP Santa María y en el caso de la UP Marañón este mismo

winche traslada el mineral por medio de la chimenea hasta la tolva.
Los detalles técnicos de estos equipos se muestran a continuación.

Winche eléctrico: Joy FF 211

Potencia (HP): 15hp o 30hp

Cuchara: Rastra de 36"

Capacidad de Rastra (m³): 0.18

Distancia promedio de Acarreo (m): 20

Velocidad Promedio (m/min): 27

Capacidad de Limpieza (m³/min): 0.045

2.6.2.9. Acarreo

El acarreo es la actividad que sirve para trasladar el mineral roto de las chimeneas ubicadas en las zonas de explotación hacia las chimeneas principales de extracción denominadas Ore Pass. Existen dos maneras para su realización las cuales se detalla a continuación.

2.6.2.10. Método Convencional

El acarreo del mineral se realiza utilizando locomotoras a batería que son de diferentes capacidades: 2.5; 4 y 5 toneladas. Además, se usan carros mineros con capacidad de transporte de 1.5 toneladas denominadas U35. Este método se usa en ambas unidades de producción.

2.6.2.11. Método Trackless

Mediante este método el acarreo del mineral se hace mediante camiones de bajo perfil (Dumpers) que tiene una capacidad promedio

de 10 toneladas. Este método es de uso exclusivo en la UP Marañón.
Apreciar diseño de block.

DISEÑO: El diseño del block de explotación en la UP Santa María es:

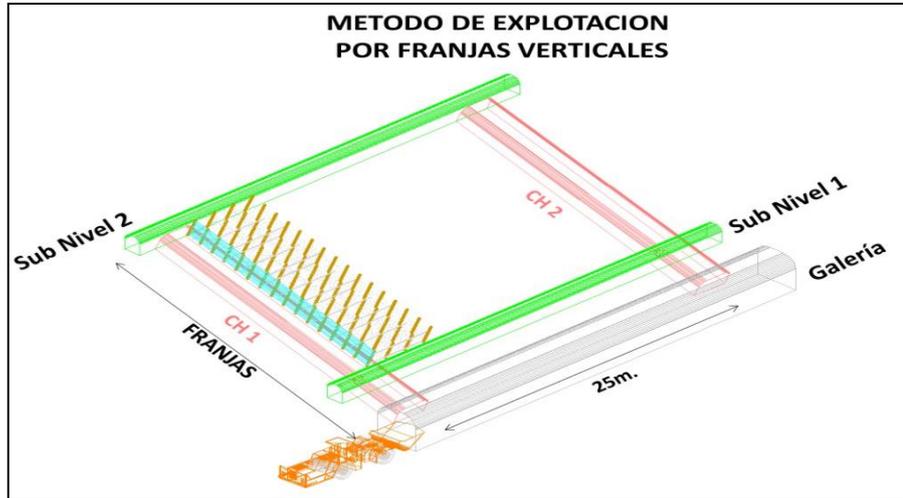


Figura 4. Método de explotación por franjas verticales

El diseño del block de explotación en la UP Marañón es:

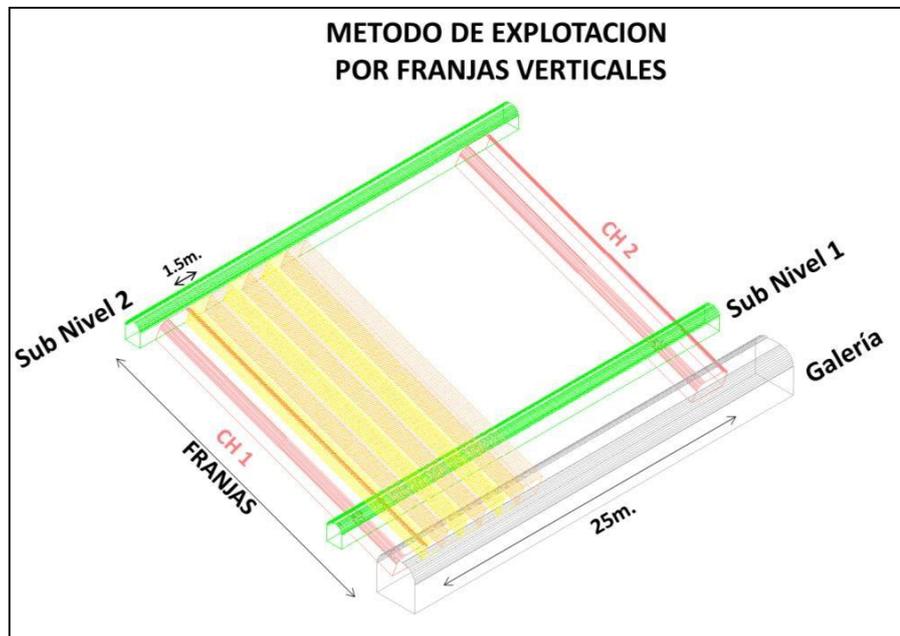


Figura 5. Método de explotación por franjas verticales

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos y Alcances de la Investigación

3.1.1. Método general

En la presente investigación, se utilizó el método científico como método general. En la actualidad según Cataldo (1992:26) “El estudio del método científico es objeto de estudio de la epistemología. Asimismo, el significado de la palabra “método” ha variado. Ahora se le conoce como el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador realizar sus objetivos”

A decir de Kerlinger, F; y otros (2002:124) “el método científico comprende un conjunto de normas que regulan el proceso de cualquier investigación que merezca ser calificada como científica”

Además, el mismo Kerlinger enfatiza “la aplicación del método científico al estudio de problemas pedagógicos da como resultado a la investigación científica”

3.1.2. Método específico

El método experimental. Según Mayer, j. (2005:32): “El método experimental es un proceso lógico, sistemático que responde a la incógnita:

¿Si esto es dado bajo condiciones cuidadosamente controladas; que sucederá?

Asimismo, se hará uso del método estadístico. Según Ary, Donald y otros (1993:76) “los métodos estadísticos describen los datos y características de la población o fenómeno en estudio. Este nivel de investigación responde a las preguntas: quien, que, donde, cuando y como (33)”

3.1.3. Alcances de la investigación

Correlacional Descriptivo

Hernández S., (2014) define Correlacional como la investigación que tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos en una muestra o contexto en particular y Descriptivo, método que permite especificar las propiedades, las características y los perfiles de cualquier fenómeno que se someta a un análisis. Pretende medir o recoger información.

3.2. Diseño de investigación

Diseño Experimental

Por las características de los tipos de datos recopilados, se utilizó un diseño experimental.

G1	(X)	01
G2		02

Dónde: G1 G2: Grupos de Estudio

01 y 02: Mediciones Realizadas

X: Variable Independiente

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

Según Oseda Dulio (2008:120) “la población es el conjunto de individuos que comparten por lo menos una característica, sea una ciudadanía común, la calidad de ser miembro de una asociación voluntaria o de una raza, la matrícula en una misma universidad, o similares” (34). Hernández S., (2014) lo define como un conjunto de elementos del que se busca conocer sus características para validarlas o no.

En este sentido la presente investigación estará conformada por la Unidad de Producción de Santa María donde se ejecutará el Proyecto de profundización con pique inclinado en 30°.

3.3.2. Muestra

El mismo Oseda, Dulio (2008:122) menciona que “la muestra es una parte pequeña de la población o un subconjunto de esta”, que sin embargo posee las principales características de aquella. Esta es la principal propiedad de la muestra (poseer las principales características de la población) la que hace posible que el investigador, que trabaja con la muestra, generalice sus resultados a la población”. (35). Subgrupo del cual se recolectan datos y debe ser representativo de la población. Hernández S., (2014).

Por lo tanto, la muestra estará conformada por el Pique en la Veta Julie 2, Inclinado a 30° en la unidad de producción Santa María.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos han sido recolectados de la Veta Julie 2, donde se ha profundizado usando un diseño del pique inclinado en 30° ubicado entre el nivel 2660 hacia el nivel 2410 por donde se extrae mineral hasta la superficie.

Hernández S., (2014), en su libro “Metodología de la Investigación”, define a las técnicas, e instrumentos utilizados de la siguiente manera:

3.4.1. Observación:

Técnica que consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables.

Se ejecutaron observaciones con fundamentos teóricos concernientes al tema de investigación para conocer los hechos y situaciones reales del proyecto de Profundización de la Veta Julie 2 y evaluar los resultados usando piques inclinados en 30° en la Compañía Minera Poderosa.

Los apuntes de las observaciones realizadas se registraron en las hojas de registros de producción, reportes diarios de operación, informes semanales y mensuales, fotografías.

a) Hojas de registros de producción: Plantilla utilizada para plasmar la producción del mineral.

b) Reportes diarios de operación: Plantilla donde se reporta los trabajos diarios de avance en la producción.

- c) **Informes semanales y mensuales:** Documento que sirve para informar acerca de las actividades realizadas diariamente, semanalmente y los logros obtenidos respecto a la producción.

3.4.2. Datos primarios:

La gerencia de la empresa Cía. Minera Poderosa facilitó la siguiente información:

- a. Reportes de Precios Unitarios antes de la ejecución del pique inclinado.
- b. Reportes Diarios de producción antes de la ejecución del pique inclinado.
- c. Hoja de Registros de Producción antes de la ejecución del pique inclinado.
- d. Cantidad y tipo de mano de obra calificada antes de la ejecución del pique inclinado.
- e. Procedimientos Operacionales.

3.4.3. Datos secundarios:

Son datos recolectados por otros investigadores. Para ello se optó por la revisión de fuentes bibliográficas, proyectos realizados anteriormente referidos al tema de investigación así mismo como: libros, informes de tesis, revistas, publicaciones, boletines, etc.

3.5. Técnicas de procesamiento de datos

En primera instancia se realizará la recopilación de información histórica y actual con la que cuenta la compañía minera y se hará un análisis interno y externo de la misma.

Para determinar los resultados de la investigación se utilizó como técnicas de estadísticas la aritmética y fórmulas para calcular los parámetros de los equipos, evaluación mecánica, cálculo de la sección del pique, cálculo para el cable del izaje, tamaño del winche, tiempo de izamiento, diseño de malla y carga para perforación y voladura.

CAPÍTULO IV

VENTAJAS EN EL DISEÑO DEL PIQUE INCLINADO JULIE 2 EN EXPLORACIÓN Y DESARROLLO

4.1. Diseño para la construcción de pique inclinado

Con la construcción del pique de 30° con respecto a la horizontal obtendremos ventajas de diseño para el izaje y transporte en profundización, así como en la ejecución y la operación del sistema de extracción.

La unidad de producción Santa María de la mina Poderosa actualmente tiene la necesidad de incrementar sus reservas y su producción para prolongar la vida de la mina.

Se tiene proyectado explotar áreas debajo de los niveles 2410, 2360 y 2260 donde se tiene principalmente vetas donde la mineralización es profunda, por ello es necesario realizar la explotación mediante perforación diamantina y el diseño del pique inclinado para que su construcción sea analizada mediante las ventajas y desventajas de cada método.

La ejecución de las labores de desarrollo necesarios para el sistema de extracción de acuerdo al programa del presente año y el sistema de extracción se diseñará de acuerdo a las metas físicas de producción para dicho periodo.

El cálculo de la potencia óptima del motor del winche de izaje se realiza según la construcción del sistema de izaje y los lineamientos técnicos del dicho sistema. Para el transporte se ejecuta de acuerdo al diseño de los círculos de transporte de mineral o desmante ya sea en los niveles inferiores y superiores.

El diseño que se elabora cumple la función de minimizar los esfuerzos físicos permitiendo ahorro de tiempo, mejorando la movilización de la locomotora al dejar y llevar los carros mineros del circuito en el nivel inferior de la mina.

4.1.1. Perforación diamantina

Es la perforación rotatoria que corta una muestra de roca que se recupera en secciones cilíndricas largas de dos centímetros o más de diámetro, se puede explorar hasta profundidades inferiores a los 300 m. extrayendo testigos que permite realizar la evaluación geológica como también la cubicación de reservas.

Este trabajo de perforación actualmente es costoso, por cuestiones de uso y por evitar pérdida en maquinaria muerta es factible el alquiler del equipo, si los resultados son satisfactorios se decide construir las labores mineras con galerías, rampas cortadas y chimeneas.

El costo de esta operación es de \$100 metro lineal.

4.1.2. Pique Vertical

Es otro método para la exploración del yacimiento en profundidad, también es costoso y requiere tiempo, debido a que necesita las condiciones e instalaciones previas y la misma profundización es lenta.

El caso de desarrollo en profundización a partir del pique se construye cortadas hasta el depósito de donde se siguen galerías.

El costo aproximado de construcción del pique vertical es de \$3000/metro lineal.

4.1.3. Pique Inclinado

La construcción de un pique inclinado es el más ventajoso para el caso de vetas angostas por las razones siguientes:

- Se puede iniciar la profundización a partir de una galería.
- Superior mineral / estéril.
- La instalación de los componentes de Izaje es fácil y rápido.
- La profundización es efectuada en un tiempo que es la tercera parte de la construcción del pique vertical.
- La profundización ganada por el inclinado puede superar los 100 m. verticales sin problema.
- El costo aproximado de la construcción del pique inclinado es de \$ 256 / metro lineal.

4.2. Diseño en la construcción del pique inclinado

4.2.1. Ubicación

Los aspectos que se considera para la ubicación del pique de 30° inclinado respecto a la vertical son los siguientes:

- Los trabajos ejecutados en un nivel NV 2410 veta Julie U.P. Santa María se debe a asegurar que la estructura tenga continuidad en el nivel inferior.
- Se realiza un estudio geomecánica de todo el nivel principal para determinar la zona segura que garantice una caja piso o techo competente. Y que no se encuentre agua o terreno fracturado.
- Se correlaciona con los datos obtenidos el comportamiento de la estructura en el nivel superior (niveles superiores 2475; 2540), además se debe tener en cuenta el buzamiento de la veta para evitar cruzarlo en profundización.
- En la galería principal se elige un punto y se marca el punto de dirección y gradiente del proyecto del pique inclinado definitivo. Los trabajos iniciales se realizan con un control topográfico estricto.
- El diseño del pique inclinado se debe ubicar paralelo a la estructura y dejando así un puente de 20 a 30 m. de modo que en cada nivel se haga una ventana de esa longitud para interceptar al inclinado 30 m.

Así el proyecto de construcción del pique inclinado Julie 2 en el Nv 2410 GL NW de la veta Julie, estará en las siguientes coordenadas UTM Norte 9'147,178,54 y por el Este 210,485,250.

4.2.2. Evaluación de mecánica de rocas en el área

La evaluación geotécnica en el área a construirse tiene como resultado lo siguiente.

- Litología: Diorita
- Cobertura: 200 m
- Condición estructural: Moderadamente fracturada
- Condición superficial: Regular
- Grado de resistencia: Roca de mediana resistencia 80 MPa.
- RQD (%) estimado: 70%

Clasificación de roca:

- RMR (calidad) valor 70.

Problemas geotécnicos: Sin mayores problemas geotécnicos.

4.2.3. Criterios de separación entre niveles

La separación entre niveles esta principalmente condicionado por los siguientes factores:

- Sistema de minado
- Método de explotación

- Características del yacimiento
- Equipo de construcción de chimeneas
- En el sistema convencional de minado la separación entre minerales es de 50 m en promedio usando como equipo de perforación de chimeneas la maquina neumática stoper.
- En el sistema mecanizado la separación es de 90 m, usando como equipo de perforación de chimeneas el Raise Borer; sin embargo, mucho más que aplican el sistema sin riele usan la separación de 50 m, verticales.

La mina poderosa (unidad productora santa María) usa como separación entre niveles 50m para ambos casos (convencional o mecanizado).

4.2.4. Área de explotación del pique inclinado

El área de explotación mediante la construcción del pique inclinado abraza los niveles 2410 hasta el nivel 2260, de la veta Julie (ver plano N° 1).

Sin embargo, en lo posterior abarcara otras zonas y estas de la unidad productora Santa María de la Compañía Minera Poderosa.

4.3. Diseño del pique inclinado

4.3.1. Dimensiones del Inclinado

El pique inclinado tendrá una sección de 2.7 m x 2.7 m con una longitud de 300 m e inclinado a 30° respecto a la horizontal, construido sobre caja, se dotará de bolsillos (pockets) listo para el carguío y descarga de mineral, además

de la estación de winche cuyo detalle se observa en el plano N° 1 en los cortes y secciones transversal.

4.3.2. Diseño de los componentes del izaje

4.3.2.1. Winche

El winche será de una sola tambora, con capacidad superficial a enrollar cable de 370m más una longitud adicional. Tendrá un sistema de frenado para su control.

4.3.2.2. Motor

El motor será eléctrico trifásico para un voltaje de 440, acoplado directamente a winche. Para su operación se dispondrá de una caja de control de velocidad y tablero respectivo.

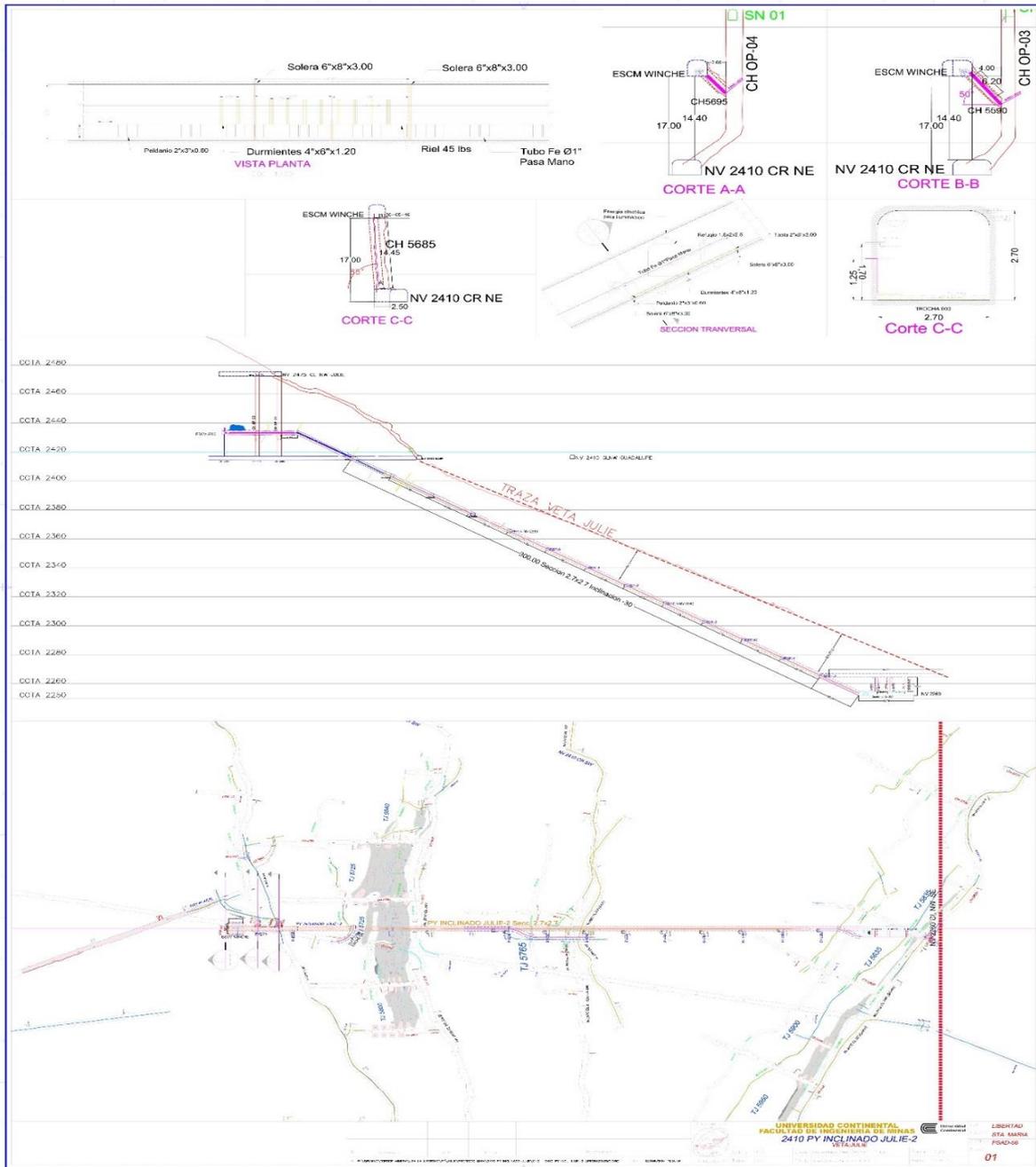


Figura 6. Plano Inclinado Julie-2
Fuente: Compañía Minera Poderosa – Área planeamiento

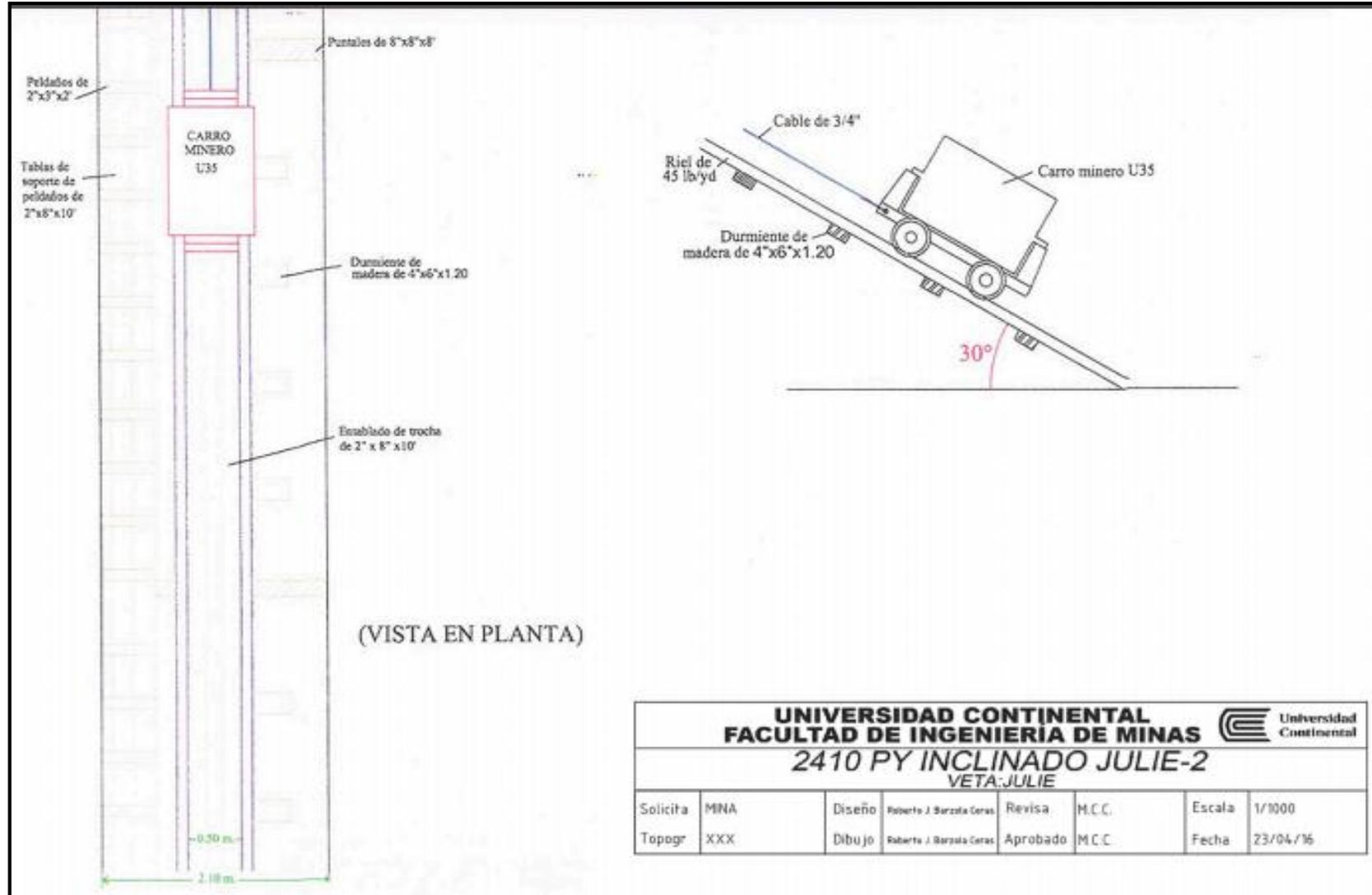


Figura 7. Plano Inclinado Julie-2 Vista planta
 Fuente: Compañía Minera Poderosa – Área planeamiento

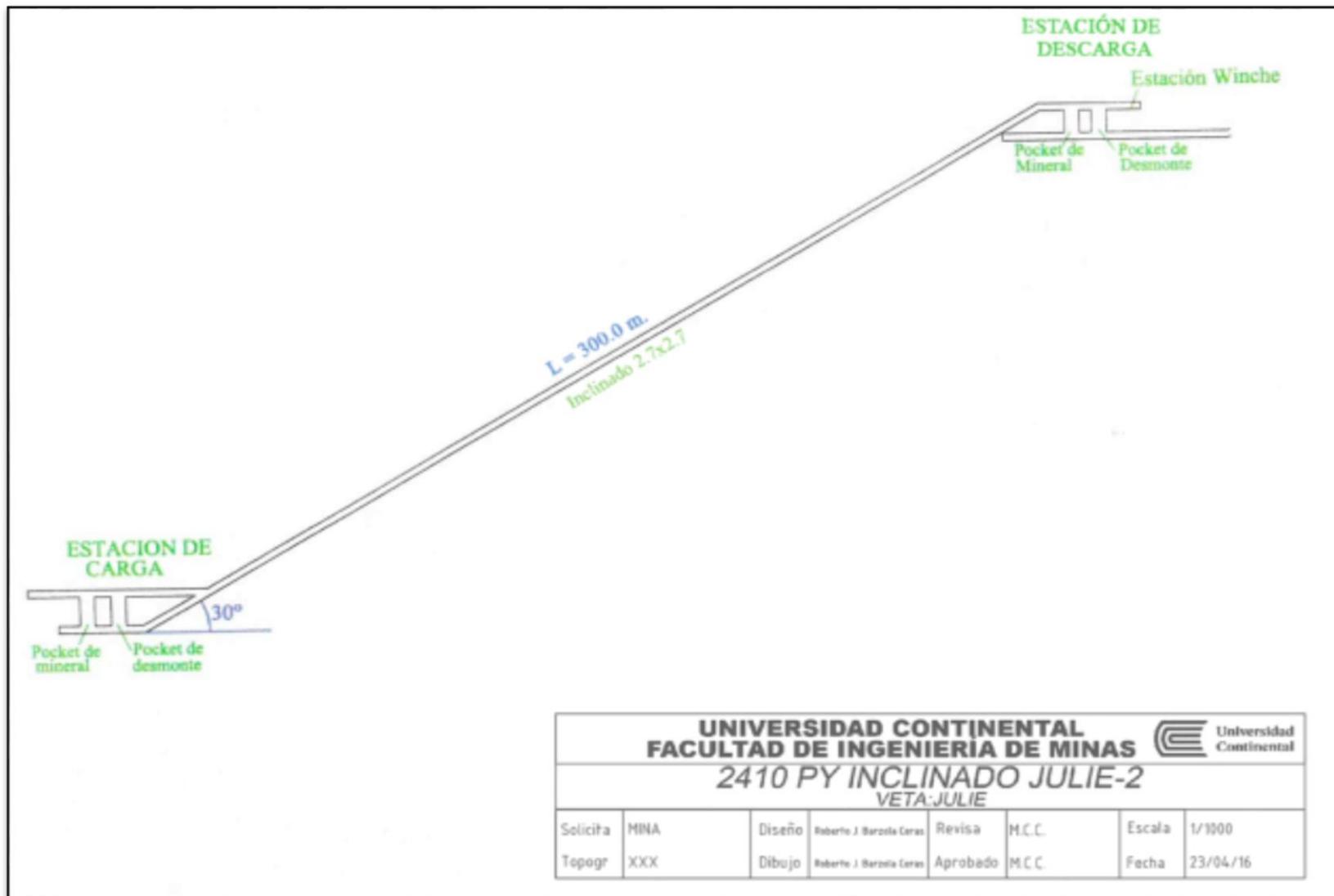


Figura 8. Plano Inclinado Julie – 2 Estación de carga y descarga
 Fuente: Compañía Minera Poderosa – Área planeamiento

4.3.2.3. Cable

El cable que se utilizará para el izaje será de fabricación nacional manera boa de 6 x 19, cuyas resistencias se indican en el cuadro N° 4.3.3 y el diámetro se seleccionara conforme al cálculo correspondiente

La longitud total del cable considerado la longitud del inclinado más la distancia de carga y descarga más enrollamiento por seguridad = 375 m

4.3.2.4. Polea

La polea que facilitara el movimiento del cable se colocara en el piso y al final del inclinado toda la trocha del inclinado se entablara y cada 6m, se colocara una tabla de 2" x 8" x 3m" como protector para quitar el desgaste prematuro del cable.

4.3.2.5. Carro de Izaje

En el izaje de mineral se utiliza directamente el carro minero modelo U35 de 1m³ de capacidad, su procedimiento consistirá en enganchar manualmente al ingreso del pique y descargarlo en la parte superior y Pocket manualmente.

Cuadro N° 4.3.3

CABLE SERIE 6X19 CON ALMA DE ACERO BOA PARA IZAJE

Tabla 5.
Cable serie 6 x 19 Boa para izaje

DIÁMETRO NOMINAL		PESO APROXIMADO		Resistencia a la Ruptura Mínima Garantizada			
				ACERO DE ARADO MEJORADO		ACERO DE ARADO EXTRA MEJORADO	
m.m	Pulgadas	Kg/m	Lb/pie	TM	TC	TM	TC
5.00	3/16	0.087	0.058	1.430	1.576	1.640	1.807
6.00		0.140	0.094	2.310	2.546	2.600	2.865
6.50	1/4	0.170	0.114	2.670	2.942	3.080	3.394
8.00	5/16	0.270	0.181	4.160	4.584	4.780	5.268
9.00		0.330	0.222	5.140	5.664	5.910	6.513
9.50	3/8	0.390	0.262	5.950	6.557	6.850	7.549
11.00	7/16	0.520	0.349	8.070	8.893	9.250	10.194
13.00	1/2	0.680	0.457	10.440	11.505	12.100	13.334
14.50	9/16	0.880	0.591	13.200	14.546	15.200	16.750
16.00	5/8	1.070	0.719	16.200	17.852	18.700	20.607
18.00		1.300	0.874	20.500	22.591	23.600	26.007
19.00	3/4	1.550	1.042	23.200	25.566	26.700	29.423
22.00	7/8	2.110	1.418	31.400	34.603	36.100	39.782
24.00	1	2.330	1.566	36.400	40.113	41.850	46.119
26.00		2.750	1.848	40.700	44.851	46.900	51.684
29.00	1 1/8	2.480	1.666	51.300	56.533	59.000	65.018
32.00	1 1/4	4.300	2.889	63.000	69.426	72.500	79.895
35.00	1 3/8	5.210	3.501	75.700	83.421	87.100	95.984
38.00	1 1/2	6.190	4.159	89.700	98.849	103.000	113.506
42.00	1 5/8	7.260	4.878	104.000	114.608	120.000	132.240
45.00	1 3/4	8.440	5.671	121.000	133.342	139.000	153.178
48.00	1 7/8	9.670	6.498	138.000	152.076	158.000	174.116
52.00	2	11.000	7.392	156.000	171.912	180.000	198.360
54.00	2 1/8	12.400	8.332	174.000	191.748	200.000	220.400
57.00	2 1/4	13.900	9.340	195.000	214.890	224.000	246.848

Fuente: Prolansa S.A

4.3.2.6. Sistema de izaje

Este capítulo tiene como objetivo realizar el diseño del pique inclinado y el cálculo del cable y del winche eléctrico de izaje óptimo a utilizar, todo esto de acuerdo con el requerimiento de producción.

Todos estos parámetros tienen como objetivo final establecer el ciclo de trabajo del sistema de izaje de forma global.

Parámetros de izaje

Longitud pique inclinado: 300m

- Longitud zona de carga + descarga= 32m
- Longitud de izaje = 332 m = 1090 pies
- Peso del carro vacío = 600 kg = 1323 lb
- Peso del mineral $3100,03 \text{ kg} = (3100,03 \text{ kg} \times 2.2046) = 6834.322$
Lb
- Diámetro del cable elegido: $3/4" = 25.57 \text{ TC}$
- Resistencia al corte del cable = 25.57 TC (cuadro 4.3.3)
- Tipo de cable= cobra de 6 x19, un cable de torones con 19 alambres por torón
- Inclinación del pique = 30°
- Distancia vertical a izar = 170 m.

El objetivo de la empresa es producir 42 TMPD de mineral, por lo que, si se considera una duración de 28 días por mes, esto conlleva a una meta de producción de 1176 TM mensuales de mineral. Además, se tendrá que extraer 42 TMPD de desmonte, producto de la

ejecución de las labores de preparación programados para el nivel 2410.

4.3.2.7. Cálculos

Determinación de la carga estática a izar, según la gráfica siguiente resulta ser la componente $W \cdot \text{sen } 30^\circ$.

4.4. Datos necesarios para el cálculo del ciclo de izaje

El pique a ejecutar tendrá las siguientes características:

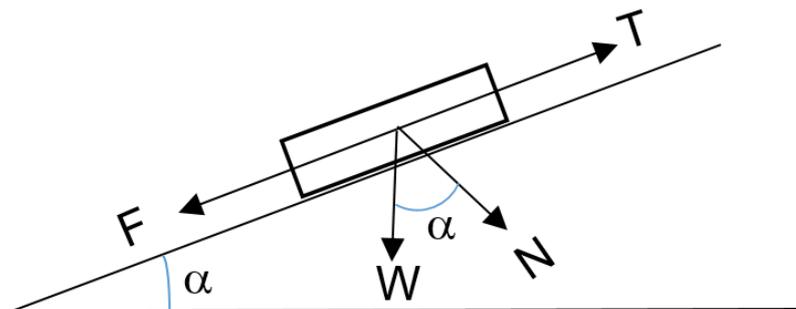
Características generales:

Parámetro	Cantidad	Unidad
Angulo de inclinación	30	Grados (°) sexagesimales
Longitud total	300	m

Diseño de sección:

Parámetro	Cantidad	Unidad
	Ancho Alto	
Sección	2.7m X 2.7 m	m

Gráfico



$$F = W \sin \alpha$$

$$T = -W \sin \alpha$$

$$N = W \cos \alpha$$

Carga W = peso del carro vacío + peso mineral + peso cable.

$$\text{Peso de mineral} = 3100,03 \text{ Kg} \times 2.2046 = 6834.322 \text{ Lb}$$

$$\text{Peso Carro} = 600 \text{ Kg.} \times 2.2046 = 1,323 \text{ Lb.}$$

$$\text{Peso de cable} = 1090 \text{ pies} \times 1.042 \text{ lb/pies} = 1,136 \text{ Lb}$$

$$\text{Total} = 9293.322 \text{ Lb.}$$

Determinación del diámetro de la tambora del Winche:

$$D = 40d$$

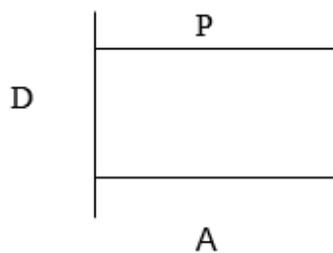
Donde d = diámetro del cable en pulgadas.

$$D = 40 \times 3/4 = 30'' = 2.5 \text{ pies} \Rightarrow 3 \text{ pies.}$$

Calculo del peso de mineral:

$$\text{Peso del mineral} = 3.1 \text{ t/m}^3 \times 1 \text{ m}^3 = 3.1 \text{ t} \times (2204.62 \text{ lb} / 1 \text{ t}) = 6834.322 \text{ Lb}$$

Tamaño del Winche



$$L = (P + D) \times P \times A \times K$$

Donde:

$$L = \text{longitud del cable en pies} = 342 = 1121.76 \text{ pies} = 1122 \text{ pies}$$

$$P = \text{profundidad del tambor en pulgadas} = 10 \text{ pulg.}$$

D = Diámetro del tambor en pulgadas = 30 pulg.

¿A = Ancho de la tambora en pies =?

K = constante para diferentes diámetros de cable

Para 3/4 " => K = 0.67

$$A = \frac{L}{(P + D)PK}$$

$$A = \frac{1122 \text{ pies}}{(10 + 30) \times 10 \times 0.67} = \frac{1122}{268} = 4.187 = 4.19$$

$$A = 4 \text{ pies.}$$

Por lo que el tamaño de la tambora será de 2' x 5'

Capacidad de carga:

Debido a que los carros mineros U35 tienen una capacidad nominal de (1 m³), se procede calcular la capacidad de carga de los carros mineros mediante la siguiente fórmula:

$$C = (V_c \cdot p \cdot f_c) / (1 + e)$$

Donde:

C = Carga o capacidad de carga (t)

V_c = volumen del carro minero U35 (m³)

p = Densidad de la roca (t/m³)

F_c = Factor de carguío (%)

e = esponjamiento (%)

Se considera los siguientes valores para la fórmula, asumiendo una humedad para ambos casos de 3%.

$$p_{\text{mineral}} = 3.1 \text{ t/m}^3 + 3\%(3.1 \text{ t/m}^3) = 3.19 \text{ t/m}^3$$

$$p_{\text{desmonte}} = 2.8 \text{ t/m}^3 + 3\%(2.8 \text{ t/m}^3) = 2.88 \text{ t/m}^3$$

Su factor de carguío es: $f_c = 80\%$

El esponjamiento (e) varía para mineral y desmante, entonces:

e = 40% para mineral

e = 50% para desmante

Por tanto, reemplazando en la ecuación líneas arriba presentada:

Para mineral:

$$C = \frac{(1 \text{ m}^3) \left(\frac{3.19 \text{ t}}{\text{m}^3} \right) (0.8)}{(1+0.4)} = 1.82 \text{ t}$$

Para desmante:

$$C = \frac{(1 \text{ m}^3) \left(\frac{2.88 \text{ t}}{\text{m}^3} \right) (0.8)}{(1+0.5)} = 1.54 \text{ t}$$

Entonces si se va a izar 2 carros por viaje, el peso del material por viaje es el siguiente:

Peso por viaje (Mineral): (2c. mineros/viaje) 1.82 t/c.minero = 3.64 t/viaje

Peso por viaje (Desmante): (2c. mineros/viaje) 1.54 t/c.minero = 3.08 t/viaje

Carga dinámica a izar:

Peso carro minero + peso mineral = 6173 lb = 3.08 TC.

Peso cable 1090 pies x 1.042 lb/pie = 1,136 lb = 0.57 TC.

Aceleración cable $\frac{3.08}{32.2} \times 1 = 0.10 \text{ TC.}$

Carga de doblado:

$$FW = AEC / D$$

$$A = 0.38d = 0.38 \times 0.6252 = 0.1484$$

$$C = 0.063d = 0.063 \times 0.625 = 0.03937$$

$$E = 12 \times 10^6$$

$$FW = 0.1484 \times 12 \times 10^6 \times 0.03937/30 = 2,337 \text{ lb.} = 1.17 \text{ TC.}$$

$$\text{Total, carga dinámica a izar} = 4.92 \text{ TC} = 9,840 \text{ lb}$$

$$\text{Resistencia al corte del cable elegido} = 25.57 \text{ TC}$$

$$\text{Factor de seguridad} = 25.57 / (4.92 \times 0.5) = 10.39$$

El cable elegido es seguro.

Tiempo De Izamiento

$$\text{Tiempo de enganche} = 0.5 \text{ minutos}$$

$$\text{Tiempo de descarga} = 0.5 \text{ minutos}$$

$$\text{Tiempo de viaje de carro cargado} = 2.5 \text{ minutos}$$

$$\text{Tiempo de viaje de carro vacío} = 1.5 \text{ minutos}$$

$$\text{Tiempo total de viaje} = 5.0 \text{ minutos.}$$

$$\text{Velocidad de izaje } T = \frac{E}{T} \frac{1090 \text{ PIES}}{5 \text{ MIN}} = 218 \text{ pies/min}$$

Calculo de la potencia del motor:

$$HP = \frac{WVSEN\alpha}{33,000 \times EFF}$$

Donde:

$$W = \text{carga total a izar, lb.} = 9840 \text{ lb.}$$

$$V = \text{velocidad de izaje en pies/minuto} = 218 \text{ pies/min.}$$

$$\alpha = \text{ángulo del plano inclinado de izaje.} = 30^\circ$$

$$Eff = \text{eff. Eléctrica} \times \text{eff. Mecánica.} = 0.8 \times 0.9 = 0.72$$

$$HP = \frac{9840 \times 218 \times 0.5}{33,000 \times 0.72} = \frac{1072560}{23760} = 45.14$$

$$HP = 45.14$$

4.5. Profundización del pique inclinado

4.5.1. Trabajos previos

Para iniciar la construcción del inclinado se tiene que realizar trabajos previos conocidos como "Infraestructura del inclinado", que consiste en lo siguiente. Ubicar exactamente el inclinado conforme a lo señalado en el acápite 4.2.1.

De la galería principal se corre un crucero de 20 m. de preferencia a la caja techo, hasta llegar al punto de inicio del inclinado. Esta labor servirá como zona de carguío del inclinado y en cuál se construirá el Pocket N° 1 y N° 2, que servirán posteriormente como pockets de mineral y desmonte respectivamente.

Estos dos pocket deben tener una capacidad de 120 m³, es decir para poder almacenar 12 carros mineros U35.

Una vez concluido la construcción del crucero, se avanza el inclinado aproximadamente 5 metros con gradiente negativa, a fin de poder situar el carro minero. A continuación, se procede a construir el inclinado con gradiente positivo. Simultáneamente se construye los Pocket N° 1 y N° 2.

A partir de los Pockets 1 y 2 se corre un subnivel de sección 10' x 10' que se comunican entre ellos y a la vez al inclinado.

Luego de comunicado al subnivel se suben los equipos de izaje como: Winche, motor eléctrico, mandos, tableros y se coloca la polea en la "Curva del inclinado", y tranquera. Una vez instalados se inicia con la construcción del inclinado propiamente dicho.

4.5.2. Perforación - Voladura

La perforación se realizará a manera de una rampa negativa, empleándose 02 máquinas perforadoras Jack Leg, con el que se perforan taladros inclinados de 5 pies de longitud, conforme a la malla de perforación que se muestra en la lámina N° 01, hacia el techo del inclinado se perforarán taladros de precorte, espaciados a 0.30 m. con la finalidad de darle un contorno uniforme y evitar la sobrerotura, el cuál repercutirá en la estabilidad de la bóveda.

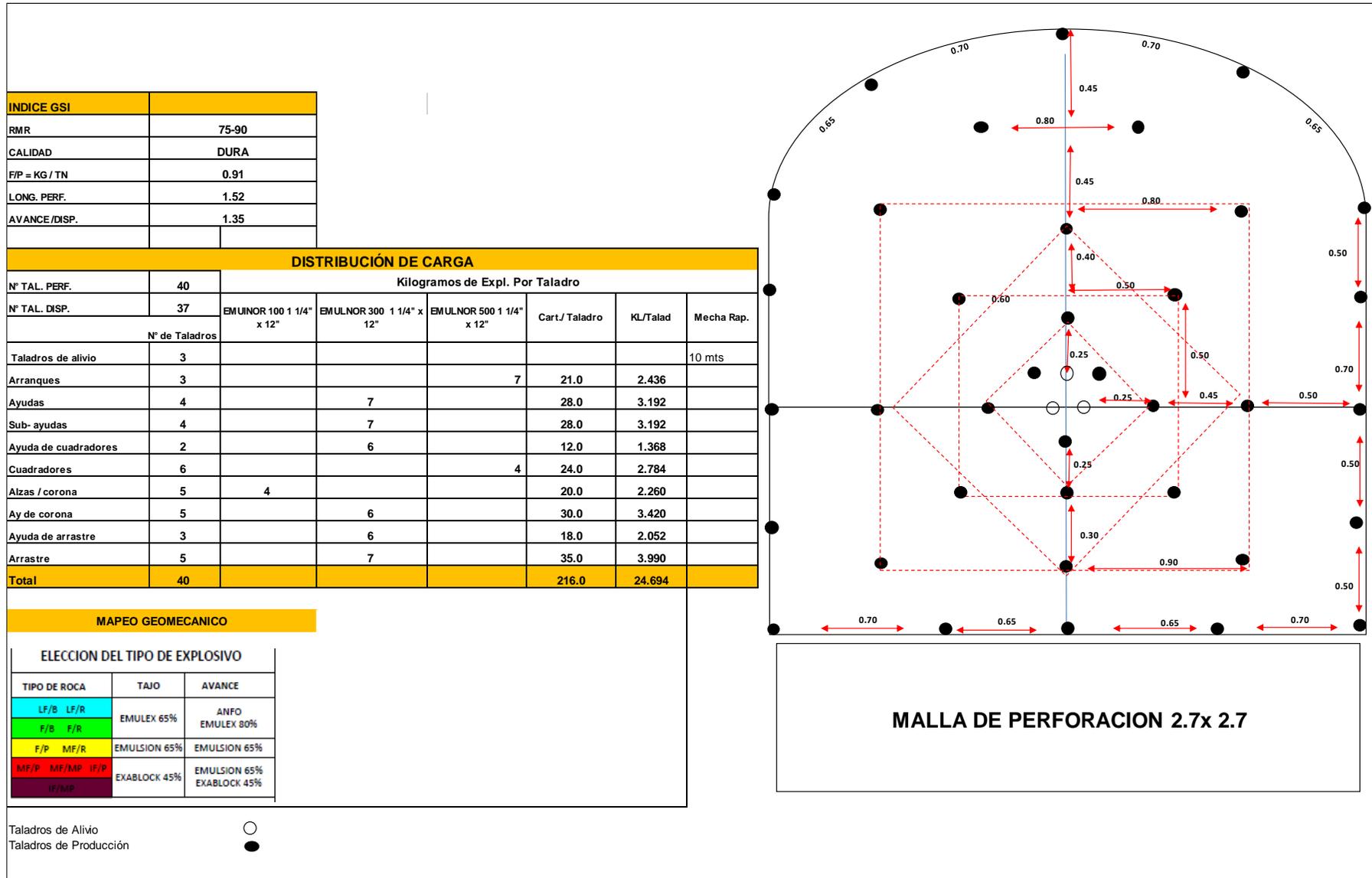


Figura 9. Malla de perforación para el inclinado Julie – 1
Fuente: Compañía Minera Poderosa – Área Mina

En el carguío de los taladros se emplea emulnor 1000, emulnor 3000 emulnor 5000, que viene en cartuchos de tamaño de 1 1/4" x 12". Como accesorio de voladura se emplea el Carmex, que es un sistema de iniciación convencional mejorado y está constituido por un fulminante corriente N° 6, guía de seguridad de 8' y un conector que se inserta a la mecha rápida de ignición Z-19. La conexión se realiza de acuerdo a un orden de encendido de tal forma que garantice la formación de caras libres al momento de realizarse la voladura.

La cantidad de taladros y carga explosiva se realiza conforme al siguiente cálculo:

$$\text{Número de taladros } N_t = P/dt + (C.S)$$

Dónde:

P = Perímetro de la sección del pique inclinado.

$$P = \sqrt{S} \times 4$$

Dt: Espaciamiento de los taladros del perímetro que varía de:

0.50 a 0.55 para roca dura.

0.60 a 0.65 para roca intermedia

0.70 a 0.75 para roca suave

C: Coeficiente o factor de roca que varía de:

2.0 para roca dura

1.5. Para roca intermedia.

1.0. Para roca suave

El área del pique es: sección recta = 2.7 m. x 1.35 m. = 3.65 m²

$$\text{Área de la bóveda} = \pi R^2/2 = \frac{3.1416 \times 1.35^2}{2} = 2.86 \text{m}^2$$

$$\text{Total} = 6.51$$

$$P = \sqrt{6.51} \times 4 = 10.20$$

Para nuestro caso $C = 2.00$ $Dt = 0.50$ m.

$$NT = \frac{10.20}{0.50} + (2 \times 6.51) = 33 \text{ taladros}$$

Se realizan 2 taladros más en el lado derecho 1 taladro y lado izquierdo 1 taladro de los hastiales para hacer una voladura controlada, y mantener la sección correspondiente.

En la corona se realizan 2 taladros más, para realizar una voladura controlada, y mantener la sección, y así no generar sobre rotura en la corona.

Se realizan 3 taladros de alivio.

En total se estaría usando 40 taladros como indica en la malla de perforación.

Tabla 6.
Cálculo de Factores de Carga

CÁLCULO DE FACTOR DE CARGA	
Peso específico del desmonte	= 2.75 tn/m ³
Longitud de perforación	= 5' = 1.52 mts
Perforación efectiva	= 1.46 mts
Eficiencia de la voladura	= 1.52 * 0.89 = 1.36 mts
Avance por metro lineal	= 1.36 mts
Kilogramo de explosivo usado	= 24.69 kg
Factor de potencia	= $\frac{25 \text{ kg}}{(2.7\text{m} \times 2.7\text{m} \times 1.36\text{m} \times 2.75\frac{\text{tn}}{\text{m}^3})} = 0.91 \text{ kg/tn}$
Factor de carga	= $\frac{25 \text{ kg}}{1.36 \text{ m}} = 18.21 \text{ Kg/m}$
Factor de carga	= $\frac{25 \text{ kg}}{2.7 \times 2.7 \times 1.36} = 2.52 \text{ kg/m}^3$

De acuerdo a nuestra sección y de acuerdo a los cálculos realizados el factor de carga es de 2.52 Kg/m³.

Cantidad de carga explosiva:

$$\text{Volumen: } 2.7 \times 2.7 \times 1.52 = 9.91 \text{ m}^3$$

$$Q_t = 9.91 \text{ m}^3 \times 2.52 \text{ kg/m}^3 = 24.69 \text{ kg}$$

$$Q_t = 25 \text{ kg} / 0.116 \text{ kg} = 216 \text{ cartuchos}$$

El número de cartuchos por taladro = 25kg / 0.116 kg. = 216 cartuchos.

En la práctica se tiene que distribuir la cantidad de carga al taladro, como se indica a continuación:

Tabla 7.
Distribución de carga de taladro

PESO DE CARGA DE TALADRO						
TALADRO	N° TALADROS	N° CARTUCHOS	TOTAL DE CARTUCHOS	EMULNOR DE 1000 1 1/4" x 12" (KG)	EMULNOR DE 3000 1 1/4" x 12" (KG)	EMULNOR DE 5000 1 1/4" x 12" (KG)
TALADROS DE ALIVIO	3					
ARRANQUE	3	7	21			2.436
AYUDAS	4	7	28		3.192	
SUB AYUDAS	4	7	28		3.192	
AYUDA DE CUADRADORES	2	6	12		1.368	
CUADRADORES	6	4	24			2.784
ALZAS / CORONA	5	4	20			3.420
AYUDA DE CORONA	5	6	30	2.260		
AYUDA DE ARRASTRE	3	6	18		2.052	
ARRASTRE	5	7	35		3.990	
TOTAL	37	54	216	2.260	13.794	8.640

4.5.3. Limpieza

La carga obtenida con el disparo, será limpiado a pulso al carro minero U35, labor que es realizada por los 02 perforistas y 02 ayudantes, más el timbrero demorándose un promedio de 25 minutos. Una vez concluido la limpieza se procede a perforar el frente del inclinado.

4.5.4. Sostenimiento

El sostenimiento es efectuado únicamente cuando se presenta áreas puntuales que requieran estabilizar, trabajo que se realiza mediante el uso de pernos de roca tipo, Split set y mecánicos, dependiendo de la dureza de la roca.

4.5.5. Instalaciones

Para el normal avance del inclinado, se tiene que hacer las instalaciones siguientes:

- Instalación de la línea riel de avance fijo y provisional.
- Colocación de las longarinas de apoyo, sobre el que se colocará los rieles.
- Instalación de las tuberías de aire y agua para la perforación.
- Instalación de la tubería de evacuación de agua que existe en el fondo del inclinado.

4.5.6. Ventilación

Para la evacuación de los gases y polvo producto del disparo, como también para la respiración del personal que trabaja en el inclinado se tiene instalado en el NV 2410, una ventiladora eléctrica de 20,000 CFM, conectado a una manga de ventilación a la estación de winche de 18” de diámetro.

4.5.7. Bombeo

El agua que se acumula en el fondo del inclinado, se evacua junto con la carga en el carro minero U35. En caso de haber agua permanente, ésta es evacuado mediante una bomba neumática y una vez concluida la construcción del inclinado se cambia por una electrobomba de 15 a 20 HP, dependiendo del caudal de agua presente en fondo del inclinado.

4.6. Diseño y construcción del pocket de carguío

4.6.1. Ubicación

Debe estar ubicado a una distancia no menor de 5.0 m. del codo del inclinado y situado en la caja piso. La distancia recomendable entre los pocket de mineral y desmonte, estará fijado por la capacidad de almacenamiento. En nuestro caso es de 7.40 m. de distancia tomada entre eje a eje de cada pocket (ver plano N° 1).

4.6.2. Características de diseño

La capacidad de almacenamiento de cada pocket está en función a la producción de la zona, para lo cual se debe tener en cuenta el número de tajos en producción, las labores de preparación y desarrollo. Es recomendable que la capacidad sea tal que pueda almacenar por lo menos la producción de 04 guardias (incluye mineral y desmonte) y en nuestro caso se considera una capacidad de 80 carros mineros U35 que aproximadamente es 160 TM.

En la parte superior del pocket se dotará de una parrilla metálica, hecho con rieles usados de 45 Lb/yd., con una abertura de 8" (20 cm.), que servirá para el control de bancos. En la parte de la descarga se construirá tolvas tipo

americana, con compuerta metálica, que facilitará el control de la descarga y evitar que el mineral y/o desmonte ensucie el piso. La camada de las tolvas deberá estar protegido con planchas metálicas para evitar el deterioro prematuro, causado por el flujo continuo de material.

4.6.3. Construcción del pocket(bolsillo)

Una vez elegido el lugar de ubicación, se inicia, sellando los dos pockets simultáneamente, con sección de 1.2 m. x 1.2 m. levantando como si fuesen chimeneas. A partir del segundo disparo hasta el cuarto, los taladros deben tener una inclinación de 45°, para formar la cama del pocket y la caída posterior del material no dañe la tolva. A partir del 5to. Disparo se para los taladros y se sigue levantando guiándose del punto de dirección hasta comunicar al nivel superior y que debe ser en la caja techo.

La sección inicial de los pockets debe ser mínimo de 4' x 4', como si fuese chimenea piloto y en una guardia debe ejecutarse la limpieza más el disparo en cada pockets. Al realizarse la perforación de los pockets en forma vertical, es recomendable armar la tolva en el pocket N° 1 y el pocket N° 2 debe seguir sin tolva, porque se utilizará como acceso y ventilación.

4.6.4. Estación de carguío

Es una labor horizontal que generalmente tienen una sección de 2.7 x 2.7 con una gradiente comprendida entre 2 a 5%, el cual sirve para drenar el agua hacia el fondo donde estará ubicado la poza de bombeo, disponiéndose para ello de una bomba de 20 HP. de potencia.

La construcción de esta labor es similar al de una galería, llevándose una sección de 2.7 m. x 2.7 m. y luego de concluido la longitud requerida de 22 m.

4.6.5. Refugio

Es una labor perpendicular a la estación de carguío, generalmente está ubicado en la caja trecho, al medio entre el pocket de mineral y desmonte. Tiene una sección de 2.7x2.7 y una longitud de 2.0 m. Esta labor sirve para ubicar el timbre, teléfono y para que el chutero se refugie una vez culminado el llenado del carro minero e inicia su izaje.

4.6.6. Poza de bomba

Es una poza de 7 pies x 7 pies de sección con una gradiente de -15%, que se ubica al fondo de la estación de carguío. Sirve para el almacenamiento del agua proveniente del inclinado y pockets.

4.7. Mano de obra y equipos

4.7.1. Mano de obra

Para un trabajo de 8 horas en el inclinado, se requiere la cantidad siguiente de personal.

Tabla 8.
Mano de obra

Ocupación	Cantidad
Maestro perforista	02
Ayudante perforista	02
Winchero	01
Ayudante winchero	01
Timbrero	01
Supervisor de guardia	01
Total	8

Equipos

Tabla 9.
Equipos a utilizar

Equipo	Cantidad
Winche eléctrico	01
Perforadora jack leg	02
Carro minero U35	01
Bomba neumática	01
Ventiladora eléctrica	01
Plataforma con canastilla	01

Herramientas y accesorios de perforación

- Barrenos integrales de 4' y 5'
- Atacadores de madera.
- Cordel: para marcar la gradiente y punto de dirección.
- Llave stilson N° 14
- Saca barrenos.
- Cucharilla fierro corrugado
- Soplete.
- Lampa tipo cuchara.
- Picos.
- Balde
- Combos de 12 Lb.

4.7.2. Costos unitarios de construcción

El costo unitario de construcción por metro de avance es de S/ 3,986 /metro), para un inclinado de 2.7 m. x 2.7 m. de sección. El detalle de este costo se muestra en el cuadro de precios unitarios del inclinado.

En comparación con la construcción de un pique central con el método de explotación corte y relleno ascendente en la compañía minera Austria Duvaz S. A. con una labor de 4.81 x 2.31 m fue de 3 260 468 U.S. \$; el costo por metro lineal será de 7 604,40 U.S. \$/m y el costo de inversión unitario fue de 3,229 U.S. \$/TM. Mientras que el desarrollo de un pique vertical de 2.7 x 2.7 m; como es la compañía minera poderosa en donde la inversión total de la construcción del pique inclinado en profundización asciende a US\$1'437,394. Este método inclinado justifica optimización con respecto a la construcción de pique vertical.

4.8. Aspectos de seguridad en la operación del inclinado

El supervisor antes de impartir la orden de trabajo debe verificar el reporte dejado por la guardia anterior, verificando la red de aire comprimido, la condición de los ventiladores, el funcionamiento del timbre y el winche de izaje, a su vez el siguiente personal tiene la obligación.

4.8.1. El winchero y ayudante

Debe verificar el estado operativo del winche, cable de izaje y carros mineros. De este último verificar el estado de las grampas de sujeción, el pin de seguridad y el sistema de rodaje.

4.8.2. Timbrero

Debe verificar el funcionamiento del timbre al inicio y al final de la guardia, el cable de alimentación, etc.

4.8.3. Perforista y ayudante

Deben verificar la ventilación, el desatado de rocas, el regado de la carga y el estado operativo del equipo de perforación.

4.8.4. Seguridad en el izaje

En primer lugar, se debe tener en cuenta el código de señales establecido para este fin y son como sigue:

- 1 Toque: Parar.
- 2 Toques: Bajar
- 3 Toques: Subir
- 4 Toques: Tránsito de personal.
- 9 Toques: Emergencia

Cuando el timbrero indica bajar, el ayudante del winchero, saca la grampa de la línea y abre la tranquera de seguridad y encarrila el carro minero al inclinado, asegurando que el cable pase por la polea ubicado al inicio del inclinado.

Estacionado el carro minero al tope del inclinado, recién debe bajar el perforista y ayudante del refugio, para efectuar la limpieza.

Para iniciar la limpieza, se debe tener cuidado que los carros mineros U35 preparados para el izaje deben estar en la estación del winche, previamente

“enganchado” al cable de izaje por un dispositivo de sujeción hacia las orejas (ganchos) del carro y asegurar a una tercera línea con un pin de seguridad.

Concluido el llenado del carro minero U35, el personal sube al refugio y comunica al timbrero para que efectúe la señal de subida.

Cuando el carro minero es izado por el inclinado, todo tránsito de personal está prohibido.

Una vez concluido los trabajos de limpieza del inclinado, se debe revisar las condiciones del equipo de izaje (winche, carros mineros, poleas), para reportar a la guardia entrante, las anomalías encontradas y de inmediato sea reparado por el personal de mantenimiento. El carro minero vacío, debe quedar en la estación del winche, cerrar la tranquera de seguridad y bajar la grampa para bloquear la línea.

CONSTRUCTORES MINEROS LOS ANDES SAC						
ESTRUCTURA DE PRECIOS UNITARIOS INCLINADO 30° SANTA MARIA						
1.1.	SECCION DE LA LABOR	2.70	X	2.70	1.10.	Eficiencia total 91.00%
1.2.	TIPO DE ROCA	SEMI DURA A DURA			1.11.	Avance/ disparo mts. 1.35
1.3.	LONGITUD DE TALADRO	1.52 mts.		(5' PIES)	1.12.	Volumen roto m3 8.02
1.4.	EQUIPO DE LIMPIEZA	A PULSO			1.13.	Metros perforados mts. 54.88
1.5.	SOBREROTURA MAXIMA	5%			1.14.	Factor de carga Kg/m3 2.52
1.6.	NUMERO DE TALADROS DISPARADOS	37			1.15.	Factor de perforacion kg/tn 0.91
1.7.	NUMERO DE TALADROS ALIVIO	3			1.16.	PERFORMANCE 2 guardias /dia de 10.28 horas c/hora
1.8.	NUMERO TOTAL DE TALADROS	37			1.17.	EXTRACCION Winche eléctrico de 80 hp
1.9.	RENDIMIENTO	1.35 MTS	de avance/disparo		1.18.	AVANCE POR MES 50 mts
OBSERVACIONES		La ejecucion de la obra consta de taladros de servicio, cada 3 mts.para (manga,agua-aire y energia)- taladros para pasamano cada 2 mts. Así como la instalacion del camino con peldaños en el plano inclinado a 30° e instalacion de la riel de 45lbs con sus durmientes				

ITEM	DESCRIPCION	UNID	JORNAL /C.UNT	Cantidad	LAB/INCD	TAR	Parcial	Sub-total	TOTAL
1.00	MANO DE OBRA								
	Maestro Perforista		166.33	2.00	1.00		332.66		
	Ayudante Perforista A		158.33	2.00	1.00		316.66		
	Ayudante Perforista B		148.34	1.00	1.00		148.34		
	Winchero		166.33	1.00	1.00		166.33		
	Ayudante Winchero		158.33	1.00	1.00		158.33		
	Carrilano - Enmaderador		166.33	1.00	1.00		166.33		
	Ayudante - enmaderador		158.33	1.00	1.00		158.33	1446.98	1071.84
				9.00					
2.00	PERFORACION								
	Maquina Jack Leg	pp	15600.00	180	80000		35.10		
	Barra Conica de 6'	pp	261.73	45	1200		9.81		
	Barra Conica de 4'	pp	193.56	135	1200		21.78		
	Broca de 38 mm	pp	68.45	135	175		52.80		
	Broca de 36 mm	pp	68.07	45	175		17.50		
	Manguera de 1"	mts	7.79	30	150		1.56		
	Manguera de 1/2"	mts	3.92	30	150		0.78		
	Aceite de perforacion	gl	27.49	0.50	1		13.75		
	Matenimiento		70%				24.57	177.66	131.60
3.00	MATERIALES EXPLOSIVOS								
	Emulsion Emulex 65 %	Pza	1.03	139	1		143.17		
	Emulsion Emulex 80 %	Pza	1.12	102	1		114.24		
	Detonador Ensamblado	Pza	2.58	41	1		105.78		
	Mecha Rápida de Ignición	m	1.23	14	1		17.22	380.41	281.79
4.00	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD								
	Ropa de jebe	juego	61.60	9.00	75		7.39		
	Guantes de Neoprene	par	26.51	9.00	14		17.04		
	Guantes de cuero	par	19.12	9.00	8		21.51		
	Tafilete	pieza	10.84	9.00	180		0.54		
	Arnes y línea de vida	pieza	175.16	9.00	150		10.51		
	Chaleco	pieza	91.12	9.00	180		4.56		
	Botas de Jebe	par	56.65	9.00	45		11.33		
	Mameluco	pieza	53.00	9.00	122		3.91		
	casco de Seguridad	pieza	31.33	9.00	540		0.52		
	Correa porta lampara	pieza	19.95	9.00	240		0.75		
	Respirador contra polvo 3M	pieza	74.00	9.00	180		3.70		
	Cartucho 3M	par	30.00	9.00	14		19.29		
	Filtro 2091 - polvo 3M - retenedor 502	par	27.97	9.00	7		35.96		
	Tapon auditivo	pieza	2.93	9.00	30		0.88		
	Anteojos de seguridad c/malla	pieza	27.74	9.00	30		8.32		
	Barbiquejo	pieza	1.80	9.00	90		0.18		
	Lampara a bateria	pieza	270.00	9.00	180		13.50	159.89	118.44
5.00	HERRAMIENTAS								
	Barretilla de aluminio 8'	pieza	89.21	1	60		1.49		
	Barretilla de aluminio 10'	pieza	101.90	1	60		1.70		
	Barretilla de aluminio 12'	pieza	115.99	1	60		1.93		
	Barretilla de 6'	Jgo	81.00	1	60		1.35		
	Barretilla de 4'	Jgo	67.50	1	60		1.13		
	Pico	pieza	30.47	2	60		1.02		
	Lampa minera	pieza	41.10	4	25		6.58		
	Arco de sierra	pieza	39.39	1	30		1.31		
	Hoja de sierra	pieza	3.70	1	5		0.74		
	Corvina	pieza	214.34	1	150		1.43		
	Azuela	pieza	33.37	1	120		0.28		
	Nivel de aluminio	pieza	15.62	1	150		0.10		
	Combo de 6 lbs	pieza	36.67	1	180		0.20		
	Combo de 8 lbs	pieza	42.20	1	180		0.23		
	Combo de 14 lbs	pieza	50.00	1	180		0.28		
	Llave stilson de 14"	pieza	40.43	1	150		0.27		
	Flexometro 5 m	pieza	11.52	1	30		0.38		
	cucharilla	pieza	10.00	1	90		0.11		
	sacabarreno	pieza	150.00	1	150		1.00		
	Sacabroca	pieza	244.88	1	150		1.63		
	pintura spray	pieza	7.99	1	15		0.53		
	Mochila para explosivos	pieza	90	2	150		1.20		
	Plataforma de perforación	pieza	1498	1	180		8.32		
	Atacador	pieza	5.08	4	30		0.68		
	Soplete	pieza	76.04	1	120		0.63		
	Guiador	pieza	2.12	6	30		0.42	34.95	25.89
COSTO DIRECTO									1629.55
COSTO FIJO			73.59%						1199.18
GASTOS GENERALES			34%						547.67
IMPREVISTOS			0%						0.00
UTILIDAD			10%						162.95
COSTO TOTAL SOLES/ METRO LINEAL									3539.35
COSTO SIN EXPLOSIVO									3257.57
COSTO POR M3									446.85

* Los costos de refugios, estacion de niveles, subniveles, cx,Pockets, pozas de bombeo, etc., que en el proceso de operacion requieran las mismas actividades de limpieza a pulso e izaje por medio del INCLINADO, sus costos serán calculados en funcion al volumen roto, del costo por M3

Figura 10. Precios unitarios para el inclinado Julie 2
Fuente: Constructores Mineros los Andes – Área Mina

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL PROYECTO

5.1. Análisis técnico para su construcción del pique inclinado

De acuerdo al análisis técnico es viable la construcción del pique inclinado en profundización de la mina por las siguientes razones y ventajas.

Se cuenta con personal profesional y mano de obra especializada e idónea, con amplia experiencia en la construcción de pique inclinado ejecutados en otras minas de características similares.

Disponibilidad de equipo para profundización a bajo costo y eficiencia comprobada con operadores garantizados.

En la ejecución de los trabajos de profundización se cumple un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional con el personal que garantiza su nivel de cultura eficiente en seguridad y con una supervisión que controla preventivamente.

El costo unitario en profundización, es bajo comparado con el pique vertical que además su ejecución de este trabajo es más lenta.

5.2. Inversiones

La ejecución de la construcción del pique inclinado, se debe realizar inversiones en labor y equipos que a continuación se detallan.

5.2.1. Inversiones en mina

Tabla 10.
Inversión realizada en pique inclinado

INVERSIONES	UNID	CANT.	P.U US\$	TOTAL US\$
Pique inclinado 2.7 m. x 2.7 m.	M	300	3986.54	1'995.962.00
Estación de winche y pockets de descarga	m ³	120	50.00	6,000.00
Winche eléctrico con tambora de 2'x5' con motor de 80HP	unid	1	30,000.00	30,000.00
Tablero de control para el winche	unid	1	3,500.00	3,500.00
cable de acero de ¾", 6x19	ml	375	40.00	15,000.00
Electrobomba de 15 a 20 HP	unid	2	3,000.00	6,000.00
Estación de carga y pocket de carga	m ³	120	50.00	6,000.00
Refugio de seguridad	m ³	35	50	1,750.00
Riel de 45Lb/yd	ml	730	30	21,900.00
Madera para soporte y entablado piso del inclinado	Pies ²	1500	3.00	4,500.00
Tubería de 2"	ml	370	3.00	1,110.00
Carros mineros modelo U35 de 1m³	unid	10	1500	15,000.00
			Subtotal	1'306,722.00
			Imprevistos (10%)	130,672.00
			Total	1'437,394.00

Fuente: Elaboración propia

La inversión en equipamiento, materiales y herramientas para el sistema de extracción es de US\$ 1'437,394.00.

5.3. Cronograma de inversiones

El total del monto US\$1'437.394.00, necesario para la construcción del pique inclinado, será invertido durante 6 meses conforme al cronograma de inversiones evidenciado en la tabla 11.

Tabla 11.

Cronograma de Inversiones - Pique Inclinado

ACTIVIDAD	MESES									TOTAL US\$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1. financiamiento de capital para pique inclinado											
2. Adquisición de equipos para pique inclinado			187939	187939							375878
3. Trabajos preliminares estación izaje y pocket				100618							100618
4. Profundización de pique inclinado + refugio					198619	198619	134598				531836
5. Instalación infraestructura inclinado					52472	52472	44976				149920
6. Construcción subnivel y pocket de carga								98893			98893
7. Inicio de operación de producción											
Imprevistos (10%)											143740
Escalamiento (2.54 %)											36509
TOTAL US\$											1437394

5.4. Financiamiento

El requerimiento de capital financiará una institución bancaria, con garantía de activos de la empresa, con un interés de 2% mensual, pagaderos en un tiempo de 5 meses, según la estructura de financiamiento del cuadro siguiente.

Cuadro de Amortización

Tabla 12.
Cuadro de amortización

MESES	CAPITAL US\$	INTERESES US\$	AMORTIZACION US\$	TOTAL
1	1'437,394.00	28,747.88	287,478.80	316,226.68
2	1'149,915.20	22,998.30	287,478.80	310,477.10
3	862,436.40	17,248.73	287,478.80	304,727.53
4	574,957.60	11,499.15	287,478.80	298,977.95
5	287,478.80	5,749.58	287,478.80	293,228.38
		86,243.64	1'437,394.00	1'523,637.64

5.5. Vida de la mina

Las reservas de mineral cubicadas al 31 de diciembre del 2016, entre probado y probable, ascienden a 1'051,523 TMS con Ley Au 8.81 gr/TM

El ritmo actual de producción es de 30,042 TM/mes y 360,500 TM/año.

Vida mina = $1'051,523/360,500 = 2.92$ años

5.5.1. Costo mina

Los costos de mina están compuestos por los siguientes conceptos:

- Explotación
- Servicios mina
- Energía

El costo de preparación mina está considerada como inversión. Por tanto, los costos de explotación, servicios mina y energía suman \$65/t.

En este caso, el costo de extracción está dentro del de explotación. Este costo comprende el izaje con winche y el acarreo con locomotora. Para fines de esta tesis, se calculó este costo al detalle (el cual se puede ver en anexo 4: Cálculo de los costos de operación de extracción de minera), lo que resultó un valor de 4.70 \$/t. Se muestra un cuadro resumen:

TAREA	\$/t
Izaje con Winche eléctrico	3
Transporte con locomotora	1.80
TOTAL	4.8

Esto quiere decir, que el costo de extracción (4.80 \$/t) representa el 7.4% del costo total de mina (\$30/t)

5.5.2. Costo planta concentradora

El mineral extraído es llevado hacia una planta concentradora, la cual cobra una maquila de \$ 15 por tonelada de mineral tratado.

5.5.3. Costo transporte y gastos

Es el costo de transportar el mineral mediante camiones de 15m³ desde la bocamina hasta la planta concentradora. Este costo asciende a \$9/t.

Los gastos se componen de los gastos administrativos, generales y servicios.

El resumen de los costos de operación de la profundización de mina se presenta en el siguiente cuadro:

Costo de operación (opex)	
Concepto	Costo (\$/t)
Costo mina	30
Costo plata	15
Costo transporte	9
Costos fijos	1
TOTAL	55

5.6. Resultados de la evaluación geomecánica

VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO																	
Clasificación RMR de Bieniawski (1989)																	
PARÁMETRO	RANGO DE VALORES Y VALORACIONES										VALORACIÓN						
RESIST. COMP. UNIAXIAL (MPa)	> 250	15	100 - 250	12	50 - 100	7	25 - 50	4	< 25	2	< 5	1	< 1	0	1	> 250	
RQD %	90 - 100	20	75 - 90	17	50 - 75	13	25 - 50	8	< 25						3	2	90 - 100
ESPACIAMIENTO (m.)	> 2	20	0.6 - 2	15	0.2 - 0.6	10	0.06 - 0.2	8	< 0.06						5	3	> 2
CONDICIÓN DE JUNTAS	PERSISTENCIA	< 1m.	6	1 - 3m.	4	3 - 10mm.	2	10 - 20m.	1	> 20mm.					0	4A	< 1m.
	APERTURA	Cerrada	6	< 0.1mm.	5	0.1 - 1.0mm.	4	1 - 5mm.	1	> 5mm.					0	4B	Cerrada
	RUGOSIDAD	Muy rugosa	6	Rugosa	5	Lig. Rugosa	3	Lisa	1	Espejo de falla					0	4C	Muy rugosa
	RELLENO	Limpia	6	Duro < 5mm.	4	Dura > 5mm.	2	Suave < 5mm.	1	Suave > 5mm.					0	4D	Limpia
	ALTERACIÓN	Sana	6	Lig. Alterada	5	Mod. Alterada	3	Muy Alterada	2	Descompuesta					0	4E	Sana
AGUA SUBTERRÁNEA	Seco	15	Húmedo	10	Mojado	7	Goteo	4	Flujo					0	5	Seco	
VALOR RMR (Suma de valoración 1 a 5) =															100		
CLASE DE MACIZO ROCOSO																	
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0												I
DESCRIPCIÓN	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA												MUY BUENA
PARÁMETRO PARA CALCULAR EL RMR SEGÚN LA ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES TÚNELES Y MINERÍA (Rumbo y Buzamiento)																	
Rumbo Perpendicular al Eje/Dirección contra Buzamiento 45°-90°															Rango RMR		
Regular															-5		
VALOR RMR (Corregido) =															95		
CLASE DE MACIZO ROCOSO																	
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0												I
DESCRIPCIÓN	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA												MUY BUENA

Figura 11. Tabla de Bieniawski
Fuente: Tabla de Bieniawski - 1989

Tabla 13.
Valoración del macizo rocoso

Resistencia a la compresión uniaxial (80MPa)	7
RQD (70%)	13
Espaciamiento 0.8	15
Persistencia <1m	6
Apertura 0.2 mm	4
Ligeramente rugosa	3
Relleno duro <5mm	4
Moderadamente alterada	3
Agua subterránea – seco	15
Valor del RMR	70

❖ Con esto resultados la valoración del macizo rocoso es al tipo de roca:
II BUENA

5.7. Resultados del aumento de producción

Método de explotación	Total block	Mineral explotable	Leyes (%Cu)	Leyes (gr Ag)	Valor del mineral (US\$/TM)	% recuperación por método	Producción diaria (TM/d)	Producción (TM/mes)
Corte y Relleno Ascendente Mecanizado	1,551,839	1,114,443	0.95	18.00	63.29	71.8%	700	20986
Sub Level Stoping	1,551,839	1,007,855	0.95	18.00	63.29	64.9%	1825	54745
Diferencia		-106,588				-6.9%	1125	33759

Fuente: Basepad

Figura 12. Programa de producción – Unidad Minera Cobriza

Fuente: Gutiérrez, D. (2014) “Aplicación del método de explotación sub level stoping en manto cobriza”

En la evaluación de los métodos de explotación de la veta Julie 2 de la mina poderosa y de la compañía Cobriza con el método de explotación sub level stoping. Se compararon en la producción mensual de los cuales para el método de pique inclinado 30° es (30,042 TM/mes) y para el método de sub level stoping que es de (20,986 TM/mes) siendo el método de explotación por pique inclinado 30° el de mayor aumento de producción mensual respecto del otro.

5.8. Cálculo del Margen de utilidad y valor Presente Neto – Van y Tir

Calculamos los costos de producción por cada método de explotación, ahora determinaremos el margen operativo o de utilidad, de acuerdo a ello determinaremos el valor actual neto (VAN), y se da a conocer el indicador de rentabilidad (TIR), de acuerdo al método de explotación.

EVALUACIÓN ECONÓMICA MINADO Nv 2410										
Laborat	Longitud m	Sección		Área m ²	Volumen m ³	Tonelaje TM	PU US\$	Costo		
		a	b					Preparación	Operativo	Costo Total Operativo-Preparación
Risa Min	220.0	3.5	3.5	2.695	7.277	600.00		132.000		
Risa 200.5	170.0	3.5	3.5	2.387	5.623	620.00		100.400		
Ch RB Vent	71.0	2.1	2.1	313	845	900.00		63.900		
Civ Pie Echadero	14.0	4.0	4.0	224	625	500.00		7.840		
Civ Echadero	15.0	1.5	1.5	34	91	200.00		3.960		
Risa access stage 1	37.0	3.5	3.5	463	1.224	600.00		22.200		
	80.0	3.5	3.5	980	2.546	600.00		48.000		
Risa access stage 2	30.0	3.5	3.5	368	952	600.00		18.000		
T Bata 54m				2.700	5.900					
Cabeza RB	16.0	3.5	3.5	196	529	600.00		9.600		
Pie RB Vent	25.0	3.5	3.5	266	627	500.00		13.950		
Sumidero 1	6.0	3.5	3.5	74	198	500.00		3.740		
Sumidero 2	10.0	3.5	3.5	123	321	600.00		6.000		
Producción 10437					118.000	36.54			4.326.900	
Producción 10437					12.000	36.54			511.920	
Total	654.0				903.078			434.484	1.881.950	5.276.034
Costo US\$/TM								0.41	4.60	5.02

RESERVAS MINABLES	
Reservas Acumuladas	1,051,523 TMS
Puente en nivel superior	0 TMS
Minable	1,051,523 TMS

Valor de mineral incluye costo producción + planta	=	55.00 US\$/TM
Total Valor de Mineral	=	57,833,765 US\$
Total Costo de Preparacion + Explotación	=	-5,276,034 US\$
UTILIDAD	=	52,557,731 US\$
Costo de Preparación por Metro Lineal	=	626.06 US\$/ML
Costo de preparación por TM	=	0.41 US\$/TM
Costo de Operación por TM	=	4.60 US\$/TM
Costo de preparación+Operación por TM	=	5.02 US\$/TM
La Inversión se paga con	=	7,900 TM

Nota: (*) PU en \$/TM Acumulado de 6 meses

Figura 13. Calculo del margen de utilidades
Fuente: Propia

Flujo de Caja				
Tiempo (meses)	Monedas Extraídas	Egresos	Ingresos	Total Mes
0		434,484	0	-434,484
1	8,000	36,835	352,000	315,165
2	8,000	36,835	352,000	315,165
3	8,000	36,835	352,000	315,165
4	8,000	36,835	352,000	315,165
5	8,000	36,835	352,000	315,165
6	8,000	36,835	352,000	315,165
5	8,000	36,835	352,000	315,165
6	8,000	36,835	352,000	315,165
5	8,000	36,835	352,000	315,165
6	8,000	36,835	352,000	315,165
7	8,000	36,835	352,000	315,165
3	8,000	36,835	352,000	315,165
4	8,000	36,835	352,000	315,165
5	8,000	36,835	352,000	315,165
6	8,000	36,835	352,000	315,165
7	8,000	36,835	352,000	315,165
8	8,000	36,835	352,000	315,165
Total	136,000	1,060,672	5,984,000	4,923,328
Tasa Descuento	12.0%			
VAN	\$1,615,516			
TIR	73%			

Figura 14. Cálculo del valor neto (VAN – TIR)

Fuente: Propia

5.9. Resultados Económicos (Van, Tir)

La evaluación económica a una tasa de descuento anual de 12%, da un resultado de valor actual neto (VAN) de US\$ 1615.516, con una tasa interna de retorno (TIR) anualizada de 73%.

CONCLUSIONES

De acuerdo al agotamiento de las reservas probadas en la mina de la veta Julie, en los niveles superiores (nivel 2410) con la ventaja de la extracción del mineral ha menor tiempo posible generado por los bloques en el nivel 2410 y el nivel 2260 de la veta Julie. Surgiendo la necesidad de ejecutar un pique inclinado Julie -2, entre estos niveles para la extracción de las reservas, con un plan anual de minado (360500TM/año).

La construcción del sistema de izaje de acuerdo al diseño, se determina un winche con potencia de 80HP para izar 5 carros mineros U35, que se desplazará por el pique inclinado Julie -2 de sección 2.7m x 2.7m, con inclinación de 30°, con una longitud de 300.00m, a velocidad de 5,4m/s. El winche con un tambor cilíndrico con diámetro de 5pies.

El diámetro óptimo del cable de acero a utilizar es de 19mm, corroborando la información con el cuadro 4.3.2 del cable de serie 6x19 con alma de acero boa para izaje proveedora PROLANSA S.A. y se verifico la resistencia de la ruptura mínima garantizada es de 25.57 TC, la cual es mayor a la requerida.

El requerimiento de producción mina determina el sistema de transporte por izaje, que es necesario dos locomotoras de 4 toneladas para, transporte de material con una velocidad estándar de 6km/hr en los niveles 2410 y 2260.

En el planeamiento de ejecución de la infraestructura necesaria para la extracción de profundización, se estima un periodo de 270 días para ejecutar todas las actividades del pique inclinado Julie -2, las estaciones del pique en los niveles superior e inferior se realizarán los desquiches y cuadrados, asimismo la instalación de rieles en las estaciones y a lo largo del inclinado y el armado de plataforma e instalación del winche de izaje.

La inversión total en la construcción del pique inclinado en profundización asciende a US\$1'437,394.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la puesta en marcha del proyecto de profundización mediante la construcción del pique inclinado Julie – 2 veta Julie, entre los niveles 2410 y 2260 de mina Santa María – Poderosa, se considera una buena alternativa para la continuidad de las operaciones mineras, así como la obtención de excelentes resultados económicos para la CMPSA.

La construcción de las chimeneas de ventilación deberá ejecutarse de manera simultánea con el pique inclinado Julie – 2, para proporcionar aire limpio y condiciones termo ambiental.

Para la ejecución de este tipo de trabajo, como el pique inclinado Julie- 2, de sección 2.7m x 2.7m, es oportuno seleccionar personal idóneo y calificado que cuente con especialización, amplia experiencia, para lograr los objetivos, debido a la exactitud y complejidad al desarrollar las operaciones en mina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, M. (2015). *Evaluación Económica del Sistema de Extracción de Mina Papamayo de la CIA Minera Poderosa UNI*. Perú.
- Arias, C. (2013). *Planeamiento y diseño del Sistema de Extracción del Proyecto de Profundización de la U.O. San Braulio Uno*. Perú.
- Ávila, P. (1998). *Profundización del Pique 801 Mina Mercedes*. España: CasaDelLibro.
- Brown, H. y. (2003). *Excavaciones*. McGraw-Hill.
- Bustillo, M. -L. (1997). *Manual de evaluación y diseño de explotaciones mineras*. España.
- CM Los Andes S.A.C. (2011). *Ejecución de Piques Inclinados en más de Tres Niveles en Minera Corona S.A.C*. Perú.
- Compañía Minera Poderosa S.A. (2017). *Descripción de Cía Minera Poderosa S.A*. Perú.
- Dante, G. (2008). *Optimización de costos mediante piques inclinados*. Perú.
- G y M. (2004). *Relatoría de obra de profundización mina Orcopampa I*. Lima- Perú.
- Geología, D. (21 de agosto de 2016). Mineralización. (R. J. Ceras, Entrevistador)
- Jimeno, L. (s.f.). *Manual de Túneles y obras subterráneas*. Gráfico.
- López, C. (1997). *Manual de túneles y obras subterráneas*. Madrid: Comunidad Autónoma de Madrid.
- Maldonado, A. (1975). *Métodos de Explotación Subterránea y Planificación de Minas*. Argentina.
- Medina, A. (2014). *Sistema de Extracción de Mineral del Pique 718 con winche de izaje e incremento de producciones en Mina Calpa*. Arequipa- Perú.
- Melgar, P. (2010). *Construcción de pique, Mina Teresa, CIA Minas Recuperada S.A*. Perú: Universidad San Cristóbal.
- Mercado, J. (2015). *Estudio Técnico económico de la Profundización mediante el Pique inclinado 043 niveles 18 al 20 Veta Esperanza - Mina Casapalca UNSAA*.
- Ministerio de Energía y Minas. (2016). *Reglamento de Energía y Minas*. Perú.

Quispe, A. (2013). *Optimización de Minado usando breasting en la Unidad Minera Orión*. Perú: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

Relación de Concesiones de Cía Minera Poderosa S.A. (15 de julio de 2016). Perú, Área de Geología.

Tipe, Q. (2004). *Implementación de chimeneas usando el método VCR en la Compañía Consorcio Minero Horizonte*. Lima- Perú.

Vallejo, G. D. (2002). *Ingeniería Geológica*. Lima.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

DISEÑO TEÓRICO			
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES
¿Cómo influye el diseño del pique inclinado de 30° en la profundización de la Veta Julie 2 en la Cia., Minera Poderosa S.A. en el año 2017?	Optimizar la profundización de la Veta Julie 2 en la Cia. Minera Poderosa S.A. a través del diseño de un pique inclinado en 30° en el año 2017.	El diseño del pique inclinado en 30° optimiza la profundización de la Veta Julie 2 en la Cia. Minera Poderosa S.A. en el año 2017.	VARIABLE INDEPENDIENTE Diseño del pique inclinado en 30°
¿PROBLEMA ESPECÍFICO?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE DEPENDIENTE
<p>¿El diseño del pique inclinado en 30° en la profundización Veta Julie 2 en la Cia., Minera Poderosa es viable y factible para disminuir costos y mejorar la productividad?</p> <p>¿Es posible extraer mineral de los niveles inferiores utilizando el método de explotación por corte y relleno ascendente, tipo breasting?</p> <p>¿Es posible utilizar el pique inclinado en 30° como acceso principal para el tránsito de personal y traslado de materiales (minera, desmonte) usando el sistema de winche de izaje y locomotoras?</p> <p>¿Es posible que el diseño del pique inclinado en 30° se considere como un nuevo método y alternativa para optimizar la profundización Veta Julie 2 en la Cia. Minera Poderosa?</p>	<p>Analizar la viabilidad y factibilidad del diseño del pique inclinado en 30° en la profundización Veta Julie 2 en la Cia. Minera Poderosa para disminuir los costos y mejorar la productividad.</p> <p>Extraer el mineral de los niveles inferiores utilizando el método de explotación por corte y relleno ascendente, tipo breasting.</p> <p>Utilizar el pique inclinado en 30° como acceso principal para el tránsito de personal y traslado de materiales (minera, desmonte) usando el sistema de winche de izaje y locomotoras</p> <p>Innovar/Mejorar con nuevos métodos y alternativas para optimizar la profundización Veta Julie 2 en la Cia. Minera Poderosa.</p>	<p>Las condiciones permiten la viabilidad y factibilidad del diseño del pique inclinado en 30° en la profundización Veta Julie 2 en la Cia. Minera Poderosa.</p> <p>Es factible utilizar como método de explotación, Corte y Relleno Ascendente, tipo breasting. Logrando los mejores resultados gracias a las características geomecánicas de la roca caja y la ley de cabeza del mineral</p> <p>El pique inclinado en 30° se puede usar como acceso principal para el tránsito de personal y traslado de materiales (mineral/desmonte) por sus condiciones geomecánicas. Se utilizó el sistema de winche de izaje y locomotoras para el traslado.</p> <p>El diseño del pique inclinado es un método existente para optimizar la profundización de las vetas, por ende, por las características de la Veta Julie 2 en la Cia. Minera Poderosa es necesario usar una inclinación con un ángulo de 30°.</p>	VARIABLE DEPENDIENTE Profundización de la Veta de la Veta Julie 2 en la Cia. Minera Poderosa S.A.

DISEÑO METODOLÓGICO

METODOLOGÍAS				
TIPO	NIVEL	DISEÑO	POBLACIÓN	MUESTRA
Experimental	Descriptivo	Experimental	Unidad de Producción Santa María Compañía Minera La Poderosa S.A.	Pique inclinado en 30° en la Veta Julie 2

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	SUBDIMENSIÓN	INDICADORES
Diseño del pique inclinado en 30°	Es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea para profundizar la Veta Julie-2 de la Unidad de producción Santa María de la Cia. Minera Poderosa S.A.	Es el conjunto de operaciones matemáticas realizadas, fórmulas para determinar los parámetros a utilizar.	Sección del pique	fórmulas
			Evaluación geomecánica	RMR
			Sostenibilidad	formula
			Método de extracción de mineral	Corte y Relleno Ascendente Convencional Tipo Breasting
			Izamiento	Tiempo de Izamiento
			Tamaño del winche	Tiempo del ciclo
Optimización de la Profundización de la Veta Julie 2 en la Cia Minera Poderosa S.A.	Es la mejora de la profundización de la Veta Julie 2, obtenida por la ejecución del plano inclinado en 30°. Es la que permitirá alcanzar los Niveles 2660 y 2410	Es el conjunto de registros de producción, avance utilizados para mantener un control de la optimización de la profundización con el pique inclinado en 30°	Costos	Costos unitarios
			Avance de Producción	Registros de Producción
			Producción diaria	TM/día
			Control de tiempos	Minutos

