UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

Tesis

Implementación del plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan para optimizar los tiempos operativos en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. - Lima, 2023

Presentado por:

Bryan Charles Huamani Quiroz

Para optar el título de Ingeniero de Minas

Abancay, Perú

2026

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS

Implementación del plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan para optimizar los tiempos operativos en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. - Lima, 2023

Presentado por **Bryan Charles Huamani Quiroz**, para optar el título de Ingeniero de Minas

Sustentado y aprobado 16 de septiembre de 2026 ante el jurado evaluador:

Presidente: _____

Dr. Pablo Rubén Zuloaga Candia

Primer miembro: _____

Dr. Edgar Zenon Vilca Mansilla

Segundo miembro: _____

Mtro. Fortunato Pedro Vílchez Gago

Asesor: _____

Dr. Walquer Huacani Calsin

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD
N° 175-2026

La Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a través de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería declara que, la tesis titulada: **Implementación del plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan para optimizar los tiempos operativos en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. - Lima, 2023.**, Presentado por el bachiller: **Bryan Charles Huamani Quiroz;** para optar el Título de **Ingeniero de Minas;** ha sido sometido a un mecanismo de evaluación y verificación de similitud, a través del Software Turnitin, siendo el índice de similitud ACEPTABLE de **(8%)** por lo que, cumple con los criterios de originalidad establecidos por la Universidad.

Abancay, 23 de junio del 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
Dr. Walquer Huaccani Calsin
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA

C. c.
Archivo
WHC/ DUI-FI
Yovana/sec
REG. N° 586

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Agradecimiento

Agradezco a la vida por darme a la mejor madre del mundo, gracias a su apoyo incondicional que han sido mi mayor motivación e inspiración para lograr todas mis metas.

Asimismo, agradecer a todos los profesionales involucrado en mi formación académica y profesional.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Dedicatoria

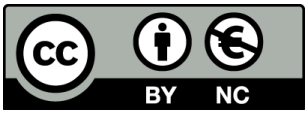
Dedico este trabajo de tesis, con mucha gratitud y sincero cariño, a mis padres, quienes mediante su esfuerzo, entrega y amor incondicional han sido el pilar que sostuvo cada etapa de mi formación. A ellos debo no solo la culminación de esta meta, sino también los valores y principios que hoy orientan mi vida.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Implementación del plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan para optimizar los tiempos operativos en la Cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C., 2023

Línea de investigación: Minería y procesamiento de minerales

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

ÍNDICE

		Pág.
INTRODUCCIÓN		1
RESUMEN		3
ABSTRACT		4
CAPÍTULO I		5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		5
1.1	Descripción del problema	5
1.2	Enunciado del problema	6
1.2.1	Problema general	6
1.2.2	Problemas específicos	6
1.2.3	Justificación de la investigación	7
1.2.3.1	Justificación practica	7
1.2.3.2	Justificación técnica	8
1.2.3.3	Justificación teórica	8
1.2.3.4	Justificación metodológica	8
1.2.3.5	Justificación económica	9
1.2.4	Ubicación y contextualización	9
1.2.4.1	Ubicación	9
1.2.4.2	Accesibilidad	11
1.2.4.3	Concesión minera	11
1.2.4.4	Componentes del proyecto	13
1.2.5	Aspectos geológicos	15
1.2.5.1	Geología regional	15
1.2.5.2	Geología local	17
1.2.5.3	Geología económica	20
CAPÍTULO II		22
OBJETIVOS E HIPÓTESIS		22
2.1	Objetivos de la investigación	22
2.1.1	Objetivo general	22
2.1.2	Objetivos específicos	22
2.2	Hipótesis de la investigación	22
2.2.1	Hipótesis general	22
2.2.2	Hipótesis específicas	23
2.3	Operacionalización de variables	24

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

CAPÍTULO III 25
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL 25
3.1 Antecedentes 25
3.1.1 A nivel internacional 25
3.1.2 A nivel nacional 26
3.1.3 A nivel local 30
3.2 Marco teórico 31
3.2.1 Planificación minera 31
3.2.1.1 Planificación a corto plazo 31
3.2.1.2 Planificación a mediano plazo 31
3.2.1.3 Planificación a largo plazo 32
3.2.2 Aplicación del software Mineplan en planeamiento de mina 32
3.2.2.1 Modelado geológico 32
3.2.2.2 Diseño de tajos abiertos 33
3.2.2.3 Planificación subterránea 33
3.2.2.4 Estimación de recursos 33
3.2.2.5 Programación y optimización 34
3.2.2.6 Visualización y análisis de datos 34
3.2.3 Características principales del planeamiento de minado 34
3.2.3.1 Ubicación y vías de acceso 35
3.2.3.2 Topografía del área 35
3.2.3.3 Estudio geológico 35
3.2.3.4 Reservas 35
3.2.4 Equipos utilizados en operaciones de minado 36
3.2.4.1 Cargador frontal 36
3.2.4.2 Excavadora hidráulica 37
3.2.4.3 Volquete 37
3.2.5 Tiempos 37
3.2.5.1 Tiempos en los equipos 38
3.3 Marco conceptual 39
3.3.1 MinePlan 39
3.3.2 Componentes de MinePlan 39
3.3.3 Planeamiento de minado 40
3.3.4 Topografía 41
3.3.5 Recurso del mineral 42
3.3.6 Reserva del mineral 42
3.3.7 Canteras 43
3.3.8 Talud 43

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

3.3.9 Banco 43
3.3.10 Banqueta de seguridad 44
3.3.11 Rampa 45
3.3.12 Rampa de alivio 45
3.3.13 Ángulo de rampa 45
3.3.14 Botadero de desmonte 45
3.3.15 Cancha de acopio 46
3.3.16 Histograma 46
CAPÍTULO IV 48
METODOLOGÍA 48
4.1 Tipo y nivel de investigación 48
4.2 Diseño de la investigación 48
4.3 Descripción ética de la investigación 48
4.4 Población y muestra 49
4.5 Procedimiento 49
4.6 Técnica e instrumentos 49
4.7 Análisis estadístico 50
CAPÍTULO V 51
RESULTADOS Y DISCUSIONES 51
5.1 Análisis de resultados 51
5.1.1 Identificar la situación actual de la Cantera U.P. Promesa 2 51
5.1.1.1 Estadística descriptiva de análisis de distancia y tiempos sin plan de minado – 1 52
5.1.2 Implementar el plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan en la Cantera U.P. Promesa 2 55
5.1.2.1 Planificación táctica 56
5.1.2.2 Programación y secuenciamiento 62
5.1.2.3 Gestión de equipos y transporte. 70
5.1.3 Analizar los tiempos relacionados con los equipos utilizados en el área de extracción en la Cantera U.P. Promesa 2 71
5.2 Discusión 74
CAPÍTULO VI 76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 76
6.1 Conclusiones 76
6.2 Recomendaciones 76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 78
ANEXOS 83

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 — Accesibilidad de la concesión no metálico Promesa 2 11

Tabla 2 — Cuadro de coordenadas de la concesión Promesa 2 11

Tabla 3 — Operacionalización de variables 24

Tabla 4 — Tiempos sin plan de minado - 1 51

Tabla 5 — Estadística descriptiva 54

Tabla 6 — Tiempos sin plan de minado - 2 54

Tabla 7 — Tiempos sin plan de minado - 3 55

Tabla 8 — Programa mensual 56

Tabla 9 — Abastecimiento a las diferentes plantas de CELIMA-TREBOL 57

Tabla 10 — Bloques mineralizados 63

Tabla 11 — Programa mensual de explotación 2023 70

Tabla 12 — Tiempos con plan de minado - 2023 72

Tabla 13 — Tiempos con plan de minado (2024-2025) 73

Tabla 14 — Matriz de consistencia 84

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 — Localización de la concesión no metálico Promesa 2 10

Figura 2 — Registro de derecho minero INGEMMET N° 010077701 12

Figura 3 — Componentes de la concesión no metálico Promesa 2 14

Figura 4 — Dique andesítico cortando la secuencia de lutitas 16

Figura 5 — Vista panorámica mirando hacia el noreste donde se aprecia los depósitos aluviales cubriendo la secuencia de lutitas 19

Figura 6 — Falla normal zona Linda Alta 20

Figura 7—Planeamiento del mes en semanas 41

Figura 8 — Topografía de la U.P. Promesa 2 42

Figura 9 — Diseño del tajo de la U.P. Promesa 2 43

Figura 10 — Diseño de la banqueta de seguridad del tajo de la U.P. Promesa 2 44

Figura 11 — Diseño de banqueta de seguridad de la desmontera U.P. Promesa 2 44

Figura 12 — Diseño de la rampa de alivio de la U.P. Promesa 2 45

Figura 13 — Diseño de botadero de desmonte y cancha de acopio U.P. Promesa 2 46

Figura 14 — Histograma de las distancias sin plan de minado 1 52

Figura 15 — Histograma de los tiempos de viajes sin plan de minado 1 53

Figura 16 — Stock de acopio 57

Figura 17 — Topografía - junio 2023 58

Figura 18 — Corte rampa desmontera 4 59

Figura 19 — Rampas de acceso tajo principal 60

Figura 20 — Corte mensual 61

Figura 21 — Después del acondicionamiento de cantera 62

Figura 22 — Vista frontal de los bloques mineralizados 63

Figura 23 — Parámetro del diseño de minado 64

Figura 24 — Vista perfil del pit 65

Figura 25 — Open Pit 66

Figura 26 — Open Pit con el bloque de reserva 66

Figura 27 — Plan de minado - agosto 2023 (Corte mensual) 67

Figura 28 — Plan de minado - agosto 2023 (Botadero) 68

Figura 29 — Plan de minado anual de corte 2023/2024 - Corte mensual 68

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Figura 30 — Plan anual de botadero y acopio 2023/2024 - corte mensual 69
Figura 31 — Plano de ubicación 85

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

INTRODUCCIÓN

La actividad minera constituye un sector estratégico para el desarrollo económico, debido a su aporte en la generación de materias primas y dinamización de diversas actividades industriales. En este contexto, la planificación minera representa una herramienta fundamental para optimizar la producción, mejorar el uso de recursos y garantizar la continuidad operativa en las unidades de explotación.

En las operaciones mineras y canteras, la ausencia de una adecuada planificación a corto plazo genera deficiencias en el secuenciamiento de labores, incremento de tiempos improductivos y menor eficiencia en el uso de equipos. Por ello, el uso de softwares especializados como Mineplan permite modelar y programar las actividades extractivas de manera técnica y ordenada, facilitando la toma de decisiones operativas.

La cantera U.P. Promesa 2 de la Compañía Minera Las Camelias S.A.C. presenta problemas relacionados con la inexistencia de un plan de minado a corto plazo, ocasionando retrasos operativos, desorganización de actividades y prolongación de jornadas laborales. Frente a esta problemática, la presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la implementación del plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan en la optimización de los tiempos operativos en la cantera.

Metodológicamente, la investigación fue de tipo aplicada, nivel descriptivo y diseño experimental. Para el desarrollo del estudio se realizó el diagnóstico de la situación actual, el modelamiento y diseño del plan de minado mediante Mineplan, así como la evaluación comparativa de los tiempos operativos antes y después de la implementación.

Los resultados demostraron que la aplicación del plan de minado permitió mejorar el secuenciamiento de las actividades extractivas y reducir los tiempos operativos de los equipos, fortaleciendo la eficiencia de la cantera U.P. Promesa 2.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Finalmente, el trabajo se encuentra estructurado en seis capítulos: planteamiento del problema, objetivos e hipótesis, marco teórico, metodología, resultados y discusiones, así como conclusiones y recomendaciones.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la cantera U.P. Promesa 2 de la Compañía Minera Las Camelias S.A.C., ubicada en el departamento de Lima, donde se identificaron deficiencias en la planificación operativa que generaban retrasos en las actividades extractivas, incremento de tiempos improductivos y prolongación de jornadas laborales. Frente a esta problemática, el objetivo general fue determinar la influencia de la implementación del plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan en la optimización de los tiempos operativos en la cantera U.P. Promesa 2.

Metodológicamente, la investigación fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo y con diseño experimental. Para el desarrollo del estudio se realizó el diagnóstico de la situación actual de la cantera, el modelamiento topográfico y diseño de fases de explotación mediante el software Mineplan, así como la programación de actividades y la evaluación comparativa de los tiempos operativos antes y después de la implementación del plan de minado. Los resultados evidenciaron que, antes de la implementación, los tiempos operativos de los equipos alcanzaban un promedio de 136.46 horas, reflejando deficiencias en la organización y secuenciamiento de las labores extractivas. Posteriormente, con la aplicación del plan de minado a corto plazo, se logró una mejor distribución de frentes de trabajo, programación eficiente de corte, control de botaderos y optimización de actividades de carguío y acarreo. Asimismo, se obtuvo un volumen total de corte de 201,481.44 m^3 y una operatividad mensual estabilizada de 16,790.12 m^3. Finalmente, los tiempos operativos se redujeron hasta un promedio de 115.02 horas, demostrando una mejora significativa en la eficiencia operativa de la cantera.

Se concluye que la implementación del plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan permitió optimizar los tiempos operativos, mejorar la planificación de las actividades extractivas y fortalecer la eficiencia de los equipos en la cantera U.P. Promesa 2.

Palabras clave: *Planificación minera, Mineplan, tiempos operativos, cantera, optimización.*

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

ABSTRACT

The present research was carried out at the U.P. Promesa 2 quarry of Compañía Minera Las Camelias S.A.C., located in the department of Lima, where deficiencies in operational planning were identified, generating delays in extraction activities, increased non-productive times, and extended working hours. In response to this problem, the general objective was to determine the influence of implementing a short-term mining plan using Mineplan software on the optimization of operational times at the U.P. Promesa 2 quarry.

Methodologically, the research was applied in nature, descriptive in level, and experimental in design. The study involved diagnosing the current condition of the quarry, performing topographic modeling and designing mining phases using Mineplan software, as well as scheduling activities and conducting a comparative evaluation of operational times before and after the implementation of the mining plan. The results showed that, prior to the implementation, the operational times of the equipment reached an average of 136.46 hours, reflecting deficiencies in the organization and sequencing of extraction activities. Subsequently, with the implementation of the short-term mining plan, a better distribution of work fronts, efficient cut scheduling, waste dump control, and optimization of loading and hauling activities were achieved. Likewise, a total cut volume of 201,481.44 m^3 and a stabilized monthly operation rate of 16,790.12 m^3 were obtained. Finally, operational times were reduced to an average of 115.02 hours, demonstrating a significant improvement in the operational efficiency of the quarry.

It is concluded that the implementation of the short-term mining plan using Mineplan software optimized operational times, improved the planning of extraction activities, and strengthened equipment efficiency at the U.P. Promesa 2 quarry.

***Keywords**: Mining planning, Mineplan, operational times, quarry, optimization.*

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

A nivel internacional, la minería constituye una actividad estratégica para el desarrollo económico de los países, debido a que provee materias primas esenciales para la construcción, la industria, la energía y la manufactura. No obstante, la competitividad del sector minero ya no depende únicamente de la disponibilidad del recurso, sino también de la capacidad de las operaciones para planificar de manera eficiente sus actividades extractivas, controlar sus costos y cumplir sus metas de producción en el tiempo previsto. En este contexto, la planificación minera, especialmente en el corto plazo, ha adquirido un papel determinante, ya que permite traducir los lineamientos técnicos del diseño minero en actividades operativas concretas, ordenadas y ejecutables.

En distintas operaciones mineras y canteras del mundo, uno de los problemas recurrentes se relaciona con la ausencia de una planificación operativa detallada, lo cual genera deficiencias en el secuenciamiento de labores, retrasos en la extracción, uso ineficiente de equipos, incremento de tiempos improductivos y mayores costos de operación. Frente a ello, el empleo de software especializado para la planificación minera se ha convertido en una necesidad, pues estas herramientas permiten modelar escenarios, programar la explotación, organizar frentes de trabajo y tomar decisiones con mayor precisión técnica.

En el ámbito nacional, el sector minero peruano representa una de las principales actividades económicas del país; sin embargo, en muchas unidades de explotación, especialmente en operaciones de menor escala y en canteras, aún persisten limitaciones vinculadas a la planificación de corto plazo. En varios casos, las actividades extractivas se ejecutan con base en criterios empíricos, experiencia operativa inmediata o decisiones reactivas frente a las necesidades de producción, sin una programación técnica que permita optimizar el uso del tiempo, del personal y de los equipos. Esta situación suele traducirse en incumplimiento de metas, descoordinación operativa, ampliación de jornadas laborales y menor eficiencia en el proceso de explotación.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

En el caso de las canteras, esta problemática resulta aún más sensible, debido a que el ritmo de explotación, la ubicación de los frentes, la secuencia de extracción y la disponibilidad de equipos influyen directamente en el rendimiento diario de la operación. Por ello, contar con un plan de minado a corto plazo no solo permite ordenar las actividades, sino también prever restricciones, reducir tiempos muertos y mejorar la productividad general.

En la Cantera U.P. Promesa 2, perteneciente a la Compañía Minera Las Camelias S.A.C., se ha identificado una problemática vinculada a la inexistencia de un plan de minado a corto plazo estructurado mediante una herramienta técnica especializada como el software Mineplan. Esta situación viene generando desorganización en la ejecución de las labores extractivas, deficiencias en la programación operativa y prolongación de los tiempos de trabajo, afectando el desempeño de la cantera y limitando una gestión eficiente de sus recursos. En consecuencia, es de necesidad de implementar un plan de minado a corto plazo que permita mejorar el secuenciamiento de las actividades y optimizar los tiempos operativos de la unidad de estudio.

1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo influye la implementación del plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan para optimizar los tiempos operativos en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. - Lima, 2023?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿De qué manera el plan de minado a corto plazo influye en los parámetros operacionales en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. - Lima, 2023?

- ¿En qué medida el plan de minado a corto plazo mejora el rendimiento de equipo en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. - Lima, 2023?

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

- ¿Cómo influye el plan de minado a corto plazo en la reducción de sobretiempo en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023?

1.2.3 Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación de la Cantera U.P. Promesa 2, se evidencia la inexistencia de un plan de minado, ocasionando que estos trabajadores realicen trabajos extras, encontrándose fuera del horario laboral, sin embargo, al implementar este plan de minado permitirá una optimización de sus tiempos tanto para el personal como para los equipos de esta cantera.

La presente investigación se justifica porque aborda una problemática operativa real dentro de la Cantera U.P. Promesa 2, relacionada con la ausencia de una planificación minera a corto plazo que permita ordenar y optimizar las actividades extractivas. En la actualidad, se evidencia la inexistencia de un plan de minado, ocasionando que los trabajadores realicen trabajos extras, encontrándose fuera del horario laboral, sin embargo, al implementar este plan de minado permitirá una optimización de sus tiempos tanto para el personal como para los equipos de esta cantera. Esta deficiencia viene generando retrasos, ampliación de jornadas laborales, dificultades en el secuenciamiento de labores y un menor aprovechamiento de los recursos disponibles. Por ello, el estudio resulta pertinente, ya que propone una solución técnica orientada a mejorar la eficiencia operativa mediante la implementación del software Mineplan.

1.2.3.1 Justificación practica

Desde el punto de vista práctico, la investigación es importante porque permitirá establecer un plan de minado a corto plazo aplicable a la realidad de la cantera, contribuyendo a mejorar la programación de las actividades, reducir tiempos innecesarios y optimizar la ejecución de las labores extractivas. De este modo, la empresa podrá contar con una herramienta de apoyo para una mejor toma de decisiones en el desarrollo de sus operaciones.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

1.2.3.2 Justificación técnica

La presente investigación se justifica técnicamente porque permitirá aplicar herramientas de planificación minera mediante el uso del software Mineplan para el diseño y secuenciamiento del plan de minado a corto plazo en la cantera U.P. Promesa 2. La utilización de este software especializado facilitará el modelamiento topográfico, el diseño de fases de explotación, la delimitación de bancos, rampas, botaderos y zonas de acopio, así como la programación de los volúmenes de extracción de acuerdo con las condiciones operativas de la cantera.

Asimismo, la implementación del plan de minado permitirá optimizar técnicamente las operaciones de carguío, acarreo y descarga, mejorando la distribución de los frentes de trabajo y reduciendo tiempos improductivos de los equipos utilizados en el área de extracción. De esta manera, se contribuirá a una operación más ordenada, eficiente y acorde con los parámetros técnicos de explotación minera a corto plazo

1.2.3.3 Justificación teórica

En el aspecto teórico, la investigación aportará conocimientos relacionados con la planificación minera a corto plazo y su incidencia en la optimización de tiempos operativos, fortaleciendo el marco conceptual sobre la gestión de operaciones en canteras. Asimismo, servirá como antecedente para futuras investigaciones vinculadas al uso de software minero en procesos de planificación y mejora de la productividad.

1.2.3.4 Justificación metodológica

Desde el enfoque metodológico, el estudio permitirá aplicar procedimientos de diagnóstico, diseño e implementación de un plan de minado a corto plazo, utilizando indicadores de evaluación que faciliten medir su efecto sobre los tiempos operativos. Esto brindará una base ordenada y replicable para investigaciones similares en otras unidades de explotación.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

1.2.3.5 Justificación económica

Finalmente, la investigación posee justificación económica y social, ya que la optimización de los tiempos operativos puede traducirse en una reducción de costos, un mejor aprovechamiento de los recursos y una disminución de jornadas extendidas del personal, favoreciendo tanto la rentabilidad de la empresa como mejores condiciones en la organización del trabajo.

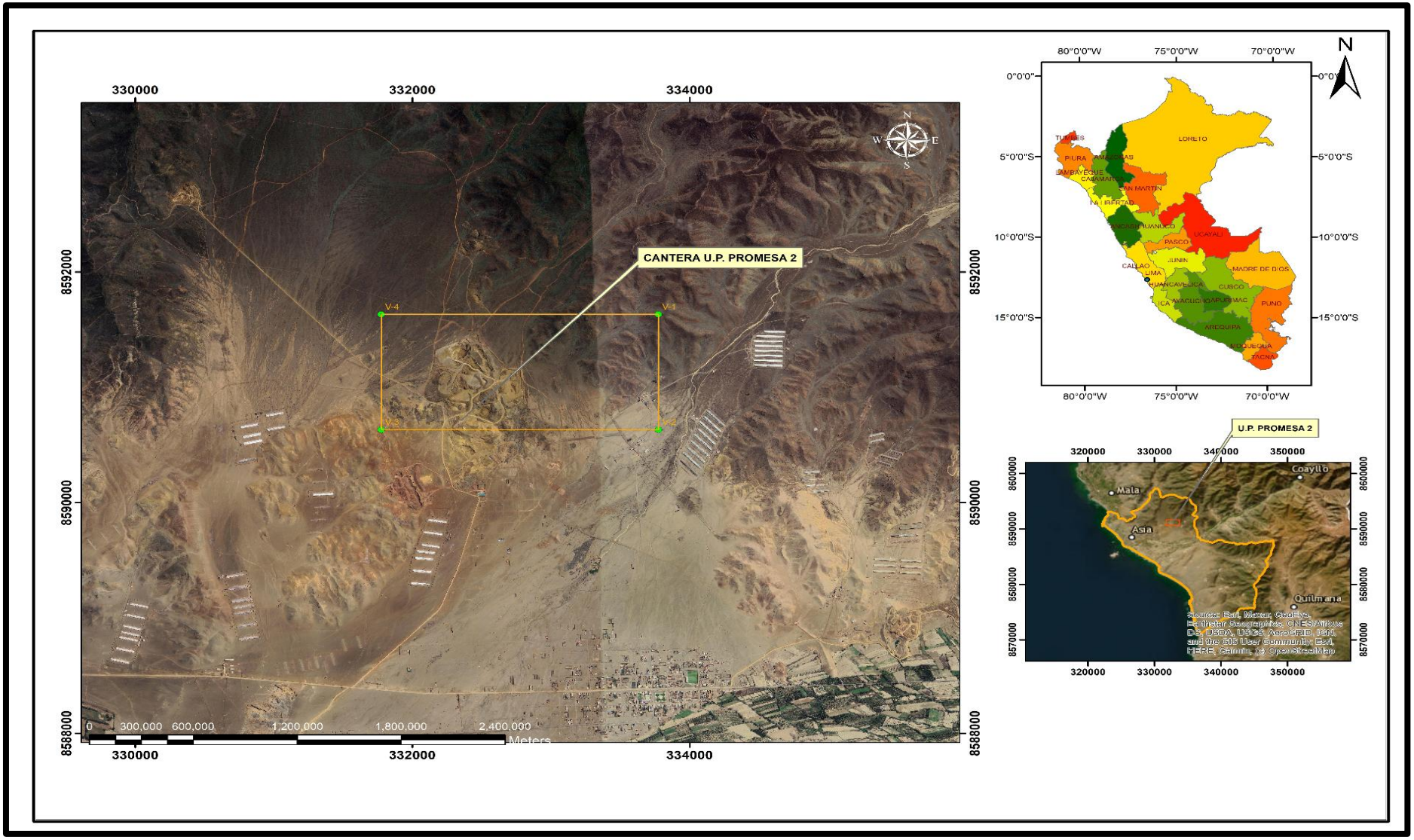
Así mismo, se respalda en una base técnica y procedimental, ya que los resultados generados contribuirán a la mejora del contexto estudiado, teniendo en cuenta diversos instrumentos para su identificación de su situación actual de esta cantera, así como para su implementación de este plan de minado y de esta forma se logrará analizar sus tiempos relacionados con los equipos utilizados en el área de extracción para esta cantera.

1.2.4 Ubicación y contextualización

1.2.4.1 Ubicación

La operación minera se desarrolla en la concesión minera no metálico “Promesa 2” tiene una extensión de 200 Ha, se encuentra ubicada en el distrito de Asia, provincia de Cañete, departamento de Lima, se encuentra a una altitud que va de 180 a 220 m.s.n.m.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú



FUENTE: Elaboración propia

Figura 1 — Localización de la concesión no metálico Promesa 2

1.2.4.2 Accesibilidad

Se accede a la concesión partiendo por la Panamericana Sur Lima – Cañete hasta la altura del Km 97; donde se ingresa por el lado izquierdo, llegando al Paraje Puquio Salado. A continuación, se muestra el recorrido:

Tabla 1 — Accesibilidad de la concesión no metálico Promesa 2

Tramo		Distancia (km.)	Tiempo (hrs.)	Estado
Lima	Km. 97 Panamericana Sur	97	2	Carretera asfaltado
Km. 97 Panamericana Sur	Mina	8	0.1	Carretera trocha
Total		105	2.1	
FUENTE: Compañía Minería Las Camelias, 2023				

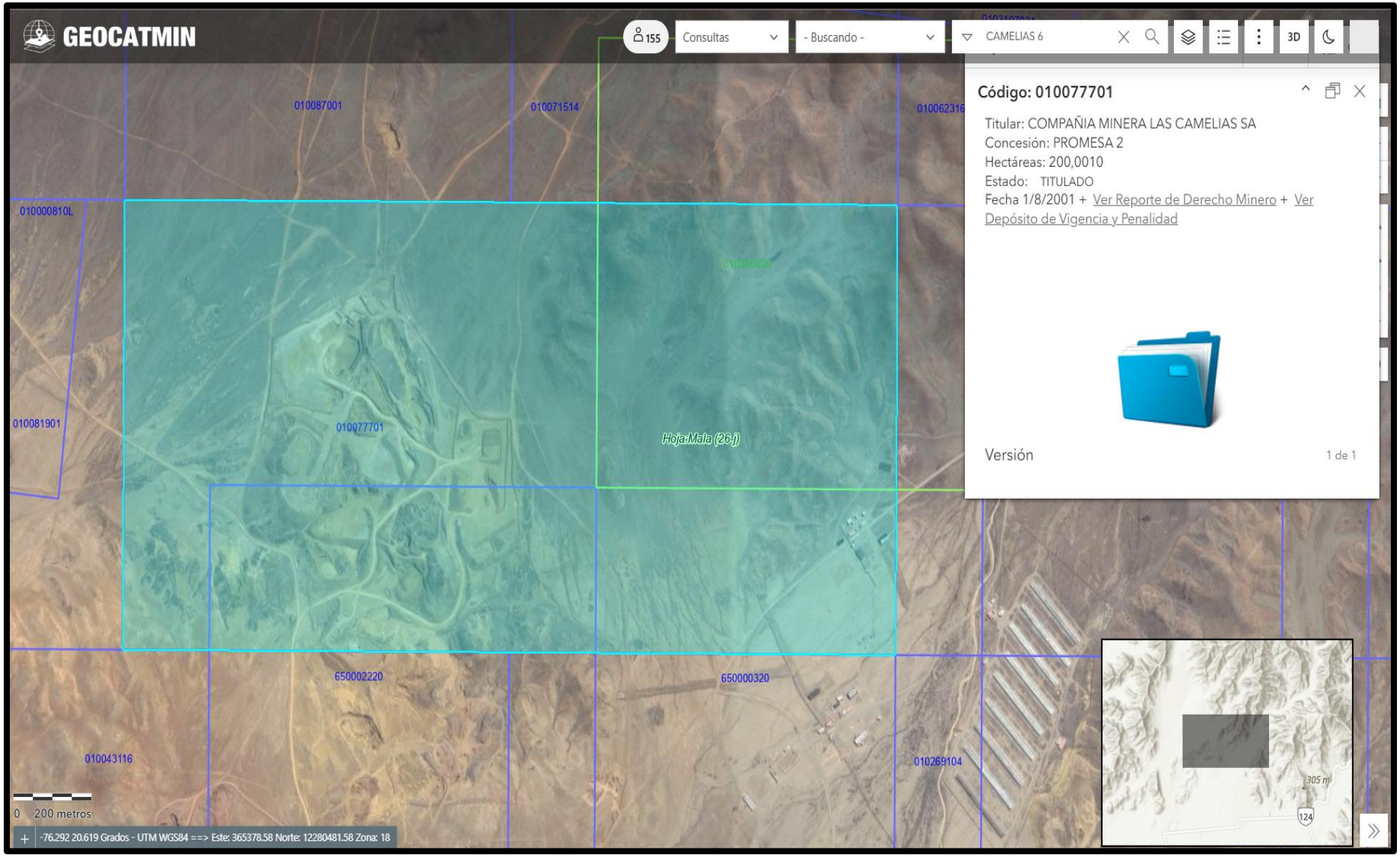
1.2.4.3 Concesión minera

El 11 de febrero del 2002 se aprueba el título de la concesión minera no metálica “PROMESA 2”, con código 010077701, con una extensión de 200 Ha. Título de la Concesión: COMPAÑIA MINERA LAS CAMELIAS S.A. Las coordenadas UTM que delimitan la concesión minera referida se describa en la siguiente tabla:

Tabla 2 — Cuadro de coordenadas de la concesión Promesa 2

CUADRO DE COORDENADAS DE LA UNIDAD MINERA PROMESA 2		
DATUM WGS - 84 ZONA 18 SUR		
VERTICES	ESTE	NORTE
V-1	333776.18	8591632.39
V-2	333776.18	8590632.38
V-3	331776.18	8590632.39
V-4	331776.18	8591632.39
FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023		

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú



FUENTE: Geocatmin

Figura 2 — Registro de derecho minero INGEMMET N° 010077701

1.2.4.4 Componentes del proyecto

Las operaciones en la U.P. Promesa 2 corresponden a una cantera de arcilla (lutitas) destinada al abastecimiento de materia prima para la industria cerámica.

Las principales actividades comprenden:

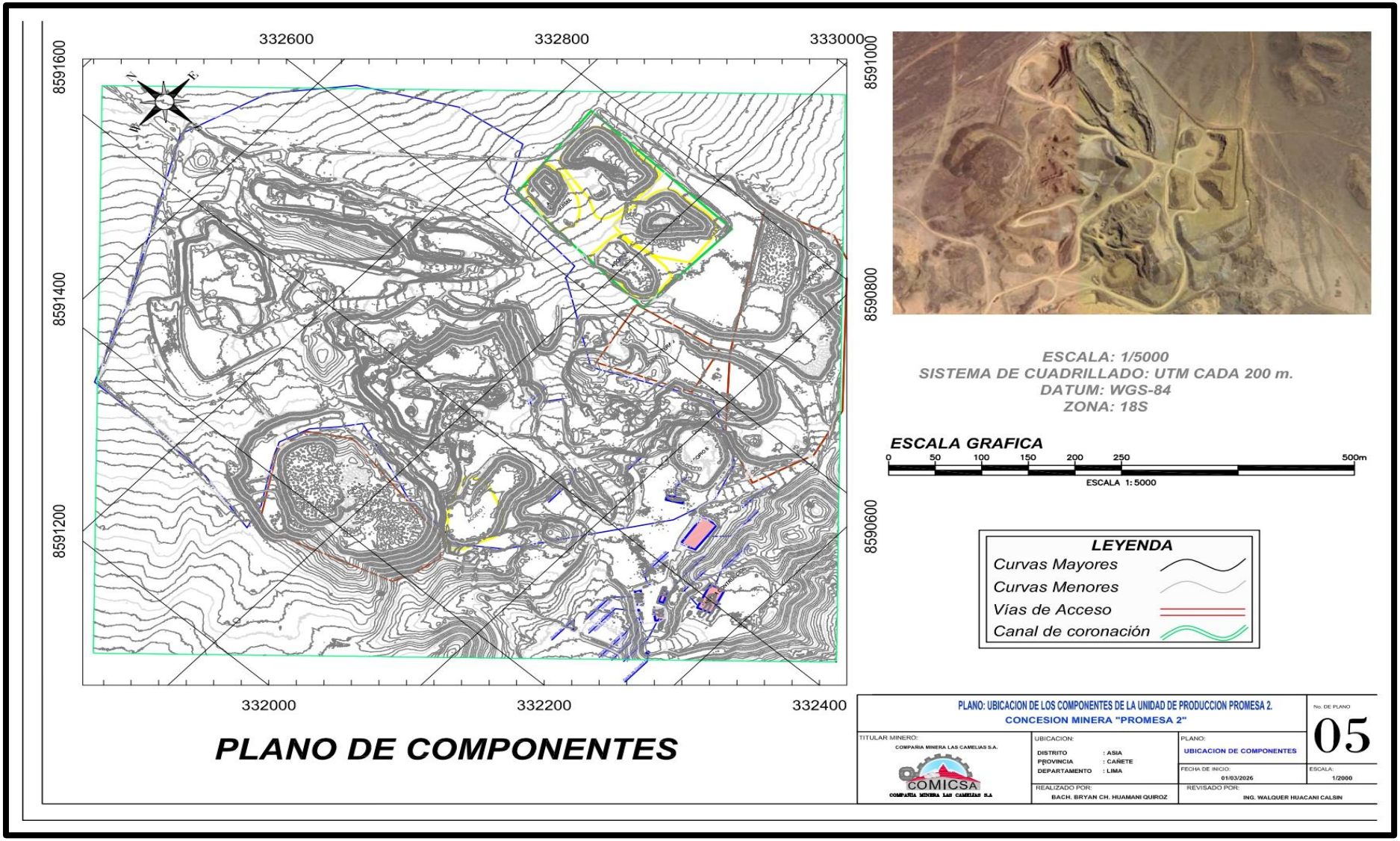
- Retiro de cobertura superficial.
- Explotación del material útil mediante equipos mecánicos.
- Transporte directo del material a planta o áreas de acopio.

La unidad minera cuenta con:

- Vías internas de acceso.
- Frentes de explotación.
- Botaderos de desmonte.
- Áreas de acopio temporal.
- Instalaciones auxiliares de operación-Campamento Minero.

Actualmente existen varios tajos que es el área donde se realizarán las operaciones de minado o extracción, se encuentran dentro de los limites aprobados para la explotación de la unidad Minera.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú



FUENTE: Elaboración propia

Figura 3 — Componentes de la concesión no metálico Promesa 2

1.2.5 Aspectos geológicos

1.2.5.1 Geología regional

a) Era Mesozoico

- **Sistema cretáceo inferior**

  – **Gpo Quilmana**

  A este nombre se le denomina a una gruesa secuencia volcánica sedimentaria en la base (80 metros), con predominio de rocas volcánicas hacia la parte superior, se encuentran alineados con el grupo Imperial. La secuencia se manifiesta en las estribaciones de los Andes, próximas a las pampas costaneras de Chilca y Mala (INGEMMET, 2003).

  En la zona de Chilca-Mala, el grupo Quilmaná se compone de una gruesa secuencia de rocas volcánicas heterogéneas, predominantemente andesíticas y en menor medida dacíticos con texturas porfiríticas y afaníticas dispuestas en estratos de espesor medio a grande. La secuencia volcánica está caracterizada por la presencia de unidades lenticulares de caliza silicificada, de coloración gris a marrón claro, interestratificadas con margas y lutitas de aspecto pizarroso (INGEMMET, 2003).

  – **Formación Chilca**

  Se observa una serie de calizas, lutitas y areniscas que se encuentran sobre la formación Pamplona. La formación está dominada por derrames andesíticos y porfiroides de tonalidades gris verdoso, violáceas y abigarradas, acompañados por intercalaciones de brechas piroclásticas, tobas brechoides en estratos delgados, así como calizas grises a negras en capas gruesas discontinuas, con presencia adicional de margas y calizas biofragmentales. La secuencia aparece en superficie desde Chilca hasta San Bartolo, con afloramientos dispersos entre Chilca y el grifo Asia (INGEMMET, 2003).

  – **Formación Atocongo**

  La unidad consiste en calizas gris oscuro en estratos gruesos, concordantes con la formación Pamplona, interrumpidas por el

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

batolito. La secuencia aparece en superficie entre la playa Honda y la fábrica de cemento ubicada en Chilca (INGEMMET, 2003).

- **Formación Pamplona**

  El área tipo se encuentra en el cerro Pamplona, con afloramientos que se prolongan de manera casi continua por los cerros del este de Lima hasta Pachacamac. La secuencia está formada por lutitas en la base y calizas delgadas a medianas en la parte superior; se apoyó concordantemente sobre la formación Marcavilca y queda por debajo de la formación Atocongo (INGEMMET, 2003).



FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 4 — Dique andesítico cortando la secuencia de lutitas

- **Formación Asia**

  La unidad consiste en lutitas grises con capas intercaladas de areniscas finas y ocasionalmente horizontales calcáreos y volcánicos; aflora como una faja junto al batolito costanero, entre Mala y Asia.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

- **Sistema cuaternario**
  - **Formación Cañete**

    El conjunto corresponde a conglomerados semiconsolidados con clastos redondeados y subredondeados de distinta litología, en matriz areno-limosa con algunos sedimentos similares; se apoyan en discordancia angular sobre la formación Paracas y rocas más antiguas. La unidad aparece en el cerro Candela y en la pampa Clarita, al SE de San Vicente de Cañete (INGEMMET, 2003).

  - **Depósitos aluviales**

    Los depósitos están extendidos en las pampas costaneras y corresponden a los conos de deyección de los ríos Chincha, Mala y Chilca. Su grosor va desde pocos metros hasta unos 60 metros en las terrazas de los valles y quebradas principales.

  - **Depósitos eólicos**

    Los depósitos aparecen en las pampas costaneras y en las laderas de los cerros de la parte baja den frente occidental andino, formando cubiertas de distinto grosor o médanos tipo Barjana.

  - **Depósitos marinos**

    En la franja costera se observan playas con terrazas escalonadas de hasta 8 m sobre el nivel del mar, cubiertas por depósitos aluviales tierra adentro o relacionadas con escarpas litorales emergidas.

1.2.5.2 Geología local

En la unidad minera Promesa 2 se distinguen tres unidades, la formación La Herradura de tipo sedimentario, los pórfidos andesíticos volcánicos y los depósitos aluviales cuaternarios.

- **Formación La Herradura (Ki-he)**

  En la unidad minera Promesa 2, la formación La Herradura está integrada por lutitas pardo-amarillentas, finas, fisibles y frágiles, dispuestas en capas delgadas (1-3 cm) con rumbo N50°O y buzamiento 60°SO. La secuencia se

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

observa en superficie muy fracturada y moderadamente alterada, interceptada por diques andesíticos alineados con las estructuras principales. Los afloramientos se encuentran en la parte oeste de la concesión, con relieves suaves y cubiertas aluviales cuaternarias de distinto grosor en algunos sectores.

- **Formación Asia**

  Se describe una secuencia con predominio de lutitas grises y algunas intercalaciones de areniscas

  finas y ocasionalmente horizontes calcáreos y volcánicos expuestas a manera de faja adyacente al

  batolito costanero entre el valle de Mala y Asia

- **Pórfido andesítico (Ki-an)**

  La unidad está formada por andesita verde oscura, porfiríticas y muy compacta; en algunos sectores los diques muestran eflorescencias de malaquita. Los afloramientos se encuentran en la parte este de la concesión, con relieves abruptos que cubren alrededor del 25% del área. La secuencia volcánica corta las lutitas en forma de diques de 1-5 m de espesor, orientados N30-60°E y N20-40°O.

- **Depósitos aluviales**

  En el área de estudio ocupa más del 50% de la superficie de la unidad minera. Está formado por material mal clasificado, con gravas subangulares, arenas y limoarcillas variadas. El grosor del depósito aluvial oscila entre pocos metros y 10 m en las áreas más cubiertas.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú



FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 5 — Vista panorámica mirando hacia el noreste donde se aprecia los depósitos aluviales cubriendo la secuencia de lutitas

La distensión cretácea, es probablemente el contexto tectónico de la sedimentación y vulcanismo post-Morro Solar, así como, del emplazamiento de las diversas intrusiones. Dentro de la zona de estudio los diques andesíticos que intruyen a las secuencias de lutitas de la Formación La Herradura son evidencias del sistema de fracturas que se originaron producto de la actividad tectónica en la zona.

- **Fallas**

  Se observa dos sistemas de fracturamientos:

  El sistema NE-SW, conformada por tres fracturas de origen tensional cuyo buzamiento es de 80°NE con un ancho de 0.10mts, rellenada con clastos de milonita, brecha, oxidación.

  El sistema NNE-SSW. -Se observa una falla de rumbo N 10° E, con buzamiento de 80°NW; de origen compresivo, desplazando por 0.5 mts el bloque opuesto lado SW.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Las fallas longitudinales abarcan extensiones kilométricas y han producido dislocaciones en los flancos del Anticlinal de Lima, habiéndose reconocido fallas normales e inversas de menor orden localizadas en las zonas axiales. Los fallamientos transversales son de menor longitud, se encuentran representadas por fracturamientos y desclasamientos.

Se identificaron como estructuras principales, dos sistemas de fallas y fracturas que se encuentran representadas por dos familias una de rumbo N30°O, variando entre N5°O y N10°E y otra de rumbo N60°E. Estos sistemas, obedecen a procesos tectónicos de compresión post-intrusión. Estas fracturas sirvieron para la formación de diques de composición andesítica, las que se evidencian cortando las secuencias de rocas lutitas, dentro del depósito.



FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 6 — Falla normal zona Linda Alta

1.2.5.3 Geología económica

El yacimiento de arcilla de la cantera Promesa 2 es de origen secundario. Las arcillas de la faja costanera en la zona de Puquio salado se formaron por procesos de erosión de las rocas preexistentes de la formación Asia del jurásico superior constituido por lutitas grises, intercalación de areniscas ocasionalmente horizontes calcáreos y rocas graníticas y granodioritas del grupo Jecuan del

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Cretáceo Medio ubicadas en la zona oriental de la faja costanera, estas rocas se disgregaron y fueron transportados por acción del viento, las aguas, la gravedad el hielo a una cuenca al pie del monte formando el Grupo Morro Solar constituida por lutitas gris clara amarillentas y una serie de arenas de grano mal clasificado.

Por un proceso de Diagénesis se letifican formando lo que actualmente vemos como arcillas rojas (illitas).

En la época del cretáceo superior estas arcillas fueron instruidas por un enjambre de diques y sills de roca extrusivas de la formación Quilmana, durante la transgresión marina a inicios del jurásico y la regresión marina las arcillas fueron contaminadas con sales en las capas superiores.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

CAPÍTULO II
OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la implementación del plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan en la optimización de los tiempos operativos en la Cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023.

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar de qué manera el plan de minado a corto plazo influye en los parámetros operacionales en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023.

- Evaluar en qué medida el plan de minado a corto plazo mejora el rendimiento de los equipos en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023.

- Analizar la influencia del plan de minado a corto plazo en la reducción del sobretiempo en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

La implementación del plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan optimiza significativamente los tiempos operativos en la Cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

2.2.2 Hipótesis específicas

- El plan de minado a corto plazo influye significativamente en la mejora de los parámetros operacionales en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023.

- El plan de minado a corto plazo mejora eficientemente el rendimiento de los equipos en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023.

- El plan de minado a corto plazo reduce significativamente el sobretiempo en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

2.3 Operacionalización de variables

Tabla 3 — Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Variable Independiente Plan de minado a corto plazo	Consta en una actividad de planificación que dura 1 año o menos, de tal manera que este plan permite a que se lleve una operación de forma sostenible, garantizando que este aporte del mineral sea más continuo (Villacorta, 2019).	Se medirá a través del diseño del plan, secuencia de explotación, programación en la cantera.	Diagnóstico operacional	Tiempos de carguío	Minutos
				Tiempos de acarreo	Minutos
				Tiempo de espera	Minutos
			Diseño e implementación del plan de minado	Secuencia de minado	M3
				Programación de actividades	Horas/Día
				Uso de Software Mineplan	M3
			Control y seguimiento operativo	Cumplimiento del plan	%
				Monitoreo de operaciones	%
				Control de producción	M3/Hora
Variable Dependiente Optimización de los tiempos operativos	Se basa en la capacidad de completar todas sus asignaciones y tareas en un tiempo adecuado o previsto en la zona de trabajo (Narvaez, 2024).	Se medirá a partir de la reducción de tiempos muertos, disminución de horas adicionales, cumplimiento del cronograma y mejora de la eficiencia de operación.	Parámetro operacional	Ancho de vía	Metros
				Pendiente de vía	%
				Ángulo de talud	Grados
			Eficiencia operativa de equipos	Rendimiento de equipos	M3/Hora
				Disponibilidad mecánica	%
				Utilización de equipos	%
			Reducción de sobretiempo	Horas extras del personal	Hora
				Eficiencia de turno	%
				Tiempo de retraso operativo	Minutos
FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023					

CAPÍTULO III
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

3.1.1 A nivel internacional

a) Timuño (2022), en su trabajo titulado "Diseño de explotación de materiales de construcción y cierre de mina en concesión minera San Carlos, parroquia de Lloa, cantón Quito-Pichincha", teniendo como propósito diseñar un sistema de explotación y cierre de mina en concesión minera San Carlos, parroquia Lloa, cantón Quito-Pichincha, donde la metodología utilizada fue la extracción mediante bancos en un tajo abierto. Sus resultados demostraron que su método de explotación de bancos descendentes, donde su extracción fue 240 m y distribuyéndose en 24 fases, donde cada una de sus fases tendrá de altura 10 m, 3 sub bancos de trabajos, 2 sub bancos con 3.3 m de altura y 1 sub banco de 3.4 m, además, su ángulo de talud fue 75°, la superficie de trabajo registró 20 m de ancho, la zona de seguridad 3.5 m y la inclinación de liquidación fue de 38°, con respecto a los ensayos y muestras de la roca y macizo rocoso luego de 200 revoluciones fue 8.22% y de 100 revoluciones fue 32%. Concluyendo que su costo unitario de operación del material pétreo fue 3.08 $/m^3.

b) Núñez (2021), en su investigación denominado "Diseño y planificación minera en cantera "José" para la extracción de materiales de construcción", teniendo como propósito realizar un diseño y planificación en cantera "José" para la extracción de materiales de construcción, donde su metodología fue descriptiva, transversal y prospectivo. Sus resultados con respecto a su costo unitario para que se pueda extraer 1 m^3 de material pétreo fue $2.77, teniendo un costo de destape de $0.29, de arranque y transporte de material útil de $1.48, de clasificación de $0.06, de despacho de material de $0.48 y amortización de $0.46, de tal manera que sus reservas explotables estableció un ciclo de servicio de 8 años y su ritmo de extracción diaria fue 576 m^3, en

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

cuanto a su planificación a corto plazo fue 1 año, teniendo un volumen total de extracción de material pétreo de 12 095.45 m^3 y material estéril de 126 144.55 m^3, mediano plazo fue 2 años, teniendo un volumen de extracción de material pétreo de 76 911.57 m^3 y material estéril de 199 568.43 m^3, y a largo plazo fue 5 años, teniendo un volumen de extracción de material pétreo de 528 891.69 m^3 y material estéril de 168 069.18 m^3. Llegando a concluir que en cuanto al cierre de mina se realizará de forma simultánea a una extracción del material, ejecutando una liquidación de bancos y restauraciones visuales del cierre de esta cantera.

c) Navarro et al. (2020), en su artículo denominado "Modelos integrados de optimización y simulación para el esquema de desarrollo de minas de superficie a corto plazo", teniendo como propósito aplicar modelos integrados de optimización y simulación para su planificación de minas a cielo abierto a corto plazo, donde su metodología fue descriptiva. Sus resultados evidenciaron que se optimizaron sus operaciones mineras de manera diaria a corto plazo a través de su simulación, desarrollando el modelo matemático basándose en la programación lineal, de tal manera que esta solución se adquiere mediante 2 paquetes de programas diversos, haciendo uso de herramientas de simulación dinámica con Arena y métodos algorítmicos de optimización con Lingo, es decir, que estos modelos integrados se aplican a una mina real de mineral de hierro a gran escala en el sureste de Brasil, asimismo, se aplica el prototipo de sistema de soporte a la decisión (DSS) que cumple con sus requerimientos de producción. Se concluye que el aumento en el equipo de carga disponible no necesariamente resultará en el incremento de su producción, sin embargo, estos modelos mostraron resultados satisfactorios y de aplicabilidad a situaciones mineras complejas y reales, donde esta formulación permite una adaptación fácil a otras situaciones mineras.

3.1.2 A nivel nacional

a) Apestegui (2022), en su investigación denominado "Plan de minado para aumentar su producción en Cantera de Piedra Caliza La Esperanza Nueva II-2022", teniendo como propósito evaluar su plan de actividad minera para

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

intensificar el output generado en Cantera de Piedra Caliza La Esperanza II, donde la metodología fue aplicada, nivel descriptivo y método científico. Los resultados demostraron que realizaron esta formulación y ordenamiento del sistema de explotación para plazos reducido, intermedio y amplio, logrando determinar que esta mina en un ritmo de productividad de 100 TM/día obtuvo un horizonte de 1 066.7 años, de tal manera que esta aplicación del plan de minado inicia con una actividad extractiva de 78 TM/día en su 1° día en el mes de enero para el periodo 2022, pero al llegar al periodo de diciembre se alcanzó una tasa diaria de producción de 135 TM/día, haciendo cumplir con su plan de minado a corto y mediano plazo. Concluyendo que con este modelado y plan de minado alcanzó un incremento en su output a 57 TM/día para el mes de diciembre.

b) Gormas y Lopez (2022), en su documento denominado "Propuesta del planeamiento de minado para aumentar su productividad en la cantera no metálica, Cajamarca", teniendo como propósito realizar una propuesta del planeamiento de minara para aumentar su productividad en la cantera no metálica teniendo diferentes parámetros según a sus normativas vigentes, donde su metodología fue descriptiva y diseño no experimental-transversal. Sus resultados de acuerdo a su estudio geológico del área están conformados por rocas calizas que son de color oscuro, teniendo estratos de 55 cm a 1.20 m de espesor, encontrándose dañadas por sus fallas geológicas con rumbo N-E y espesor de aproximado de 12 a 15 m, en cuanto a su geomecánica el valor RMR fue 64, indicando un macizo rocoso de buena calidad de clase II, asimismo, sus reservas probadas fueron de 75 264 Ton, probables fue de 67 424 Ton. y su ley de corte fue 80%, de tal manera que su vida útil de esta cantera fue de 8 años y 8 meses en un ritmo de producción de 50 TM/día. Obteniendo como conclusión que esta propuesta del planeamiento de minado proyecta explotar 1350 Ton. mensuales, 16200 Ton. anuales y sus reservas totales se elevan en 142688 Ton. de roca caliza.

c) Gutiérrez (2022), en su documento denominado "Software Mineplan e influencia en el modelado del planeamiento de minado para la concesión minera New Mining, Huancavelica, 2020", teniendo como propósito

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

determinar la influencia de su aplicación del software Mineplan en el diseño del planeamiento de minado para la concesión minera New Mining, donde su metodología fue aplicada, nivel descriptivo y correlacional con un diseño no experimental. Sus resultados evidenciaron la estructura mineralizada con el buzamiento del 75°, teniendo una estimación de reservas de 218 400 t y su método de explotación es cut and fill, además, su programa de producción anual empezó con 24 000 t, aumentando sus años y desarrollo de mina con el VPT de $127.5 con el ritmo de producción en 66 t/d. Llegando a concluir que este plan de minado se relaciona directamente con su modelo económico, determinando el VAN con $621 825 y TIR con un 75%, garantizando ganancias y rentabilidades para el proyecto, donde su C/B fue 1.03.

d) Castrejon y Gamonal (2021), en su investigación denominado "Planeamiento de minado para aumentar su producción de roca caliza en Concesión Minera no metálica Juan de Dios I-Cajamarca", teniendo como objetivo proponer el planeamiento de minado para aumentar su producción de roca caliza en Concesión Minera no metálica Juan de Dios I, donde su metodología fue básica y diseño no experimental-transversal. Sus resultados evidenciaron que esta caliza presentó el grano fino con un contenido alto de óxido de calcio y 95% de pureza, además, las reservas estimadas fueron de 4 509 320.00 TM en cuanto a la roca caliza, siendo explotadas para 31 años y teniendo el ritmo de producción anual de 145 461.9 TM y mensual de 12 121.8 TM. Obteniendo como conclusión que diseñaron bancos con la altura de 2.5m, ángulo de 75°, ancho de berma de 8m, y en cuanto al botadero su altura fue 8m, su ángulo fue 37°, el ancho de berma fue 3m y presentando la capacidad de 12 662442 m^3.

e) Ramírez (2020), en su investigación denominado "Planeamiento de minado para optimizar su explotación de agregados en cantera Astramacon, Ferreñafe", teniendo como propósito diseñar el planeamiento de minado para optimizar su explotación de agregados en cantera Astramacon, Ferreñafe, donde su metodología fue cuantitativa con un diseño experimental. Sus resultados evidenciaron que con la delimitación de su área de explotación adquiriendo reservas probadas de agregados con 699 945.41 m^3 y de arena

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

con 59 127.34 m^3, en cuanto a la humedad para los agregados gruesos fue de 0.95% y agregados finos fue de 0.78%, su método de explotación fue el banqueo, con respecto a sus tiempos para su ciclo de minado utilizan 12 seg, en carguío fue 50 seg y para el acarreo un aproximado de 49 seg, teniendo una vida útil de 11 años. Llegando a concluir, que sus gastos mensuales alcanzaron la suma de S/. 35 411.00, teniendo ingresos de S/. 93 120.00, observando una rentabilidad alta en la cantera, adquiriendo una ganancia neta de S/. 93 120.00.

f) Barrios (2023), en su investigación denominado "Elaboración, ejecución y seguimiento del plan de minado de la flota de volquetes en una extracción de óxido de ley alta en una mina superficial en Marcona, Ica-Lima", teniendo como propósito identificar de forma ideal de elaborar, ejecutar y controlar el plan de minado en una flota de volquetes, donde su metodología fue descriptiva. Sus resultados en cuanto esta elaboración, ejecución y control de este plan de minado con volquetes donde incluye su identificación de cuellos de botella y zonas de mejoramiento en su procesamiento de acarreo, presentando rendimientos e indicadores para que se controle su ejecución de este plan de minado, destacando sus estudios en campo de acarreo como una valiosa herramienta para que se mejore su eficiencia y rentabilidad en esta operación minera. Concluyendo que esta investigación brinda una guía detallada y completa para su elaboración, ejecución y control del plan de minado co n volquetes, teniendo un mejoramiento de su productividad, eficiencia y seguridad en esta operación minera.

g) Rojas (2022), en su investigación denominado "Desarrollo del plan de minado de corto plazo eficiente y operativo en una operación minera a tajo abierto", teniendo como propósito realizar el plan de minado a corto plazo eficaz y operativo que permita cumplir sus objetivos de producción planificados, donde su metodología fue cuantitativa, de tipo aplicada con un alcance explicativo y descriptivo, así como el diseño experimental. Sus resultados evidencian que cuando ya tienen lo que van a minar sus equipos de carguío solo tienen que modificar su ley de corte, teniendo la finalidad de adquirir más libras, interponiendo su modelo con leyes adquiridas en sus

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

mallas de perforación con la finalidad de que tengan información más adecuada en cuanto al tonelaje de mena y la ley, de tal manera que un mejor caso de este plan de minado es donde adquieren mayores libras de cobre. Se concluye que esta realización de un plan de minado a corto plazo se centra en un tonelaje a minar mediante el equipo de carguío.

h) Pimentel (2020), en su investigación denominado "Secuenciamiento de un plan de minado a corto plazo para que se optimice el método de explotación de taladros largos en una mina Raúl, compañía Minera Condestable, Southern Peaks Mining Cañete-Lima", teniendo como propósito optimizar este método de explotación de taladros largos con el secuenciamiento adecuado de un plan de minado en corto plazo en Mina Raúl, donde su metodología fue descriptiva y correlacional con un diseño explicativo. Sus resultados evidenciaron que, con esta optimización del método de explotación de taladros largo, teniendo en cuenta un secuenciamiento adecuado de un plan de minado en corto plazo lograron mejorar su productividad y de esta forma cumplieron con su tonelaje programado por parte de esta zona de operaciones y planeamientos, mejorando sus estándares de producción, además, obtuvo un tonelaje ejecutado de 895,856 Tn. Llegando a concluir que al utilizar este software minero Datamine lograron ajustar sus tiempos muertos y ciclos de operación, reflejándose de manera directa en sus costos con el incremento total de $9 218 790.00.

3.1.3 A nivel local

a) Según (Tello, 2017), en su trabajo de tesis titulada, Optimización Del Secuenciamiento Del Plan De Minado A Corto Plazo Con El Software Minesight En El Tajo Ferrobamba, Las Bambas - Apurímac 2017, concluye que las características geométricas del yacimiento se relacionan principalmente con su tamaño, consideraciones geomecánicas, relación de minado y tamaño de los equipos utilizados. Sin embargo, en operaciones mineras a gran escala, como las de cobre y oro, se está observando una tendencia a estandarizar las operaciones en base a una altura de banco típica de 15 metros y el uso de equipos de capacidad similar, tales como camiones, palas y equipos de perforación. Esta estandarización tiene como objetivo

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

mejorar la eficiencia y reducir costos. Por otro lado, en yacimientos de tamaño mediano o pequeño, se observa una mayor variabilidad en las consideraciones y enfoques utilizados debido a las particularidades propias de cada yacimiento.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Planificación minera

Consta en el conjunto de operaciones, donde esta empresa minera cuenta con el cronograma de diversas operaciones, permitiendo cumplir con todos sus objetivos establecidos, de tal manera que para que se cumpla con sus objetivos establecidos al inicio de estas operaciones se tiene que contar con el programa de producción, estando precisos y claros con actividades desarrolladas dentro de un estimado periodo (Mariño y Yamunaque, 2022).

Además, se define como una secuencia o estrategia de minado que se realiza en la operación minera, teniendo el propósito de que se cumpla con las leyes y tonelajes que permitan tener una rentabilidad mayor y un mejor ciclado a esta operación minera, de tal manera, que en cada plan tiene que priorizar su incremento de su productividad y seguridad, buscando ser seguros y eficientes para que logren conseguir sus objetivos con sus recursos establecidos (Rojas, 2022).

3.2.1.1 Planificación a corto plazo

Se basa en una actividad de planificación que dura 1 año o menos, de tal manera que este plan permite a que se lleve una operación de forma sostenible, garantizando que este aporte del mineral sea más continuo (Villacorta, 2019). Asimismo, este se desarrolla en períodos mensuales, teniendo en cuenta informaciones de modelamientos de bloques, definiendo volúmenes o sólidos geométricos por bancos, formas y tamaños de los volúmenes, adecuándose a su calidad del mineral, siendo tonelaje de mineral y ley del tonelaje de desmonte (Ticllasuca, 2019).

3.2.1.2 Planificación a mediano plazo

A diferencia de a corto plazo, esta planificación es de una extensión mayor, ya que se refiere a los métodos de mayores tiempos, siendo de 3 a 4 años donde

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

esta planificación es más generalizada que su planificación anterior, mostrando de forma clara sus aspectos paramétricos de esta actividad minera, teniendo en cuenta su progreso de sus leyes, desarrollo, costos, entre otros (Castrejon y Gamonal, 2021).

3.2.1.3 Planificación a largo plazo

En esta planificación se determina una estrategia general para la empresa con un tiempo superior a 5 años, donde diversas veces se da hasta agotar el yacimiento, de tal manera que la flexibilidad que presenta es alta para su toma de decisiones, asimismo, genera adecuadas geometrías en sus sectores de producción para que se maximicen su eficiencia de sus equipos (Condori et al., 2020).

3.2.2 Aplicación del software Mineplan en planeamiento de mina

El software Mineplan es una herramienta tecnológica utilizada en minería para desarrollar actividades de modelamiento geológico, diseño minero, estimación de recursos y programación de operaciones. Su aplicación en el planeamiento de minado permite optimizar las actividades extractivas mediante el análisis y procesamiento de información topográfica, geológica y operacional (Gutiérrez, 2022).

Asimismo, este software facilita el desarrollo de planes de minado a corto, mediano y largo plazo, contribuyendo a mejorar la productividad, reducir tiempos improductivos y optimizar el uso de equipos en minería superficial y subterránea (Rojas, 2022).

3.2.2.1 Modelado geológico

El modelado geológico consiste en la representación digital de las características geológicas del yacimiento mediante información obtenida de exploraciones, topografía y muestreo. Esta herramienta permite interpretar la distribución del mineral y del desmonte, facilitando la toma de decisiones durante el planeamiento minero (Mariño y Yamunaque, 2022).

Además, el modelado geológico realizado en Mineplan permite generar modelos tridimensionales del yacimiento, contribuyendo a una mejor

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

evaluación de las reservas y al diseño adecuado de la explotación minera (Gutiérrez, 2022).

3.2.2.2 Diseño de tajos abiertos

El diseño de tajos abiertos comprende la elaboración de la geometría de explotación considerando parámetros técnicos como altura de banco, ángulo de talud, bermas y rampas de acceso. Este proceso permite garantizar la seguridad y eficiencia de las operaciones de explotación minera superficial (Castrejón y Gamonal, 2021).

Mineplan facilita el diseño digital de tajos abiertos mediante herramientas de modelamiento y secuenciamiento, permitiendo optimizar las rutas de acarreo y mejorar la distribución de los frentes de trabajo (Ramírez, 2020).

3.2.2.3 Planificación subterránea

La planificación subterránea consiste en organizar y programar las labores mineras desarrolladas en interior mina, considerando aspectos como accesos, galerías, rampas y secuencia de explotación. Esta planificación busca garantizar la continuidad de la producción y el uso eficiente de los recursos mineros (Condori et al., 2020).

El software Mineplan también puede aplicarse en minería subterránea para modelar labores, estimar reservas y programar avances de explotación de acuerdo con las condiciones geomecánicas del yacimiento (Gutiérrez, 2022).

3.2.2.4 Estimación de recursos

La estimación de recursos mineros permite determinar la cantidad y calidad del material económicamente explotable presente en un yacimiento. Este procedimiento se realiza mediante análisis geológicos, muestreo y modelamiento del depósito mineral (Andagua, 2018).

Mineplan facilita la estimación de recursos mediante modelos digitales y herramientas de interpolación geológica, permitiendo calcular volúmenes,

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

tonelajes y leyes minerales con mayor precisión técnica (Mariño y Yamunaque, 2022).

3.2.2.5 Programación y optimización

La programación minera consiste en organizar las actividades de explotación de acuerdo con metas de producción y disponibilidad de equipos. La optimización busca mejorar la eficiencia operativa mediante la reducción de tiempos muertos y el mejor aprovechamiento de recursos (Rojas, 2022).

La aplicación de Mineplan permite desarrollar cronogramas de producción, secuenciamiento de labores y simulación de escenarios operativos, contribuyendo a mejorar la productividad y el control de las operaciones mineras (Pimentel, 2020).

3.2.2.6 Visualización y análisis de datos

La visualización y análisis de datos en minería permiten interpretar información geológica y operativa mediante gráficos, modelos tridimensionales y reportes digitales. Estas herramientas facilitan la toma de decisiones técnicas y el seguimiento de las actividades mineras (Navarro et al., 2020).

Mineplan integra herramientas de visualización tridimensional que permiten analizar diseños mineros, controlar avances de explotación y evaluar escenarios operativos para una adecuada planificación minera (Gutiérrez, 2022).

3.2.3 Características principales del planeamiento de minado

De acuerdo a Anchiraico (2021), indica que sus características principales del planeamiento de minado a corto plazo son las siguientes:

- Sus recursos disponibles son constantes.
- Planificación de ajustes requeridos.
- Aporta antecedentes a esta etapa de abandono.
- Altamente dinámica.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

- Planificación operacional.
- Nivel de certidumbre tiene que ser alto, es decir próximo a un 100%.
- Programaciones y controlar producciones inmediatas.
- Mantiene sus objetivos propuestos.
- Poner en marcha las políticas de su empresa.

3.2.3.1 Ubicación y vías de acceso

Por un lado, esta ubicación consta en detallar el área de estudio, teniendo en cuenta a la provincia, distrito, departamento y coordenadas adecuadas de su ubicación, evidenciando el plano de ubicación para que se pueda especificar mejor el área; por otro lado, las vías de accesos se basan en medios que son señalados e identificados en los planos para que puedan definirse, en el caso de una cantera se pueda observar la distancia de su área de extracción hasta el punto de venta (Ramírez, 2020).

3.2.3.2 Topografía del área

Su propósito de esta topografía del área de estudio se basa en tomar datos de campo para poder elaborar sus planos y mapas, detallando su relieve, localizaciones de puntos y detalles artificiales o naturales que se puedan encontrar en su zona de interés (Ramírez, 2020).

3.2.3.3 Estudio geológico

Se basa en desarrollar el estudio de la geología local y regional del área de estudio, teniendo el propósito de que se pueda identificar sus diferentes formaciones que puedan encontrarse en la zona de estudio (Ramírez, 2020).

3.2.3.4 Reservas

Las reservas minerales corresponden a la parte económicamente explotable de un recurso mineral medido o indicado, cuya extracción puede realizarse de manera rentable bajo determinadas condiciones técnicas, económicas, ambientales y operativas. La estimación de reservas considera factores modificadores como diseño de minado, recuperación metalúrgica, costos operacionales, estabilidad geotécnica y condiciones del mercado (JORC, 2012).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Asimismo, las reservas minerales constituyen uno de los parámetros más importantes dentro del planeamiento minero, debido a que permiten definir la vida útil de la mina, los volúmenes de explotación y la programación de producción en las operaciones mineras (SME, 2021).

a) **Reservas probables:** Estas reservas requieren de algún análisis de informaciones geológicas y del yacimiento para que puedan adquirir una explotación viable (Mariño y Yamunaque, 2022).

b) **Reservas probadas:** Estas reservas son extraíbles de manera económica de algún recurso mineral, basándose en una factibilidad para que se realice extracciones, donde se determine un nivel alto de seguridad teniendo en cuenta a sus factores cambiados, incluyéndose a las tolerancias por sus pérdidas que pueden presentarse, así como sus materiales de diluciones (Mariño y Yamunaque, 2022).

3.2.4 Equipos utilizados en operaciones de minado

Los equipos utilizados en operaciones de minado constituyen maquinarias esenciales para el desarrollo de las actividades de extracción, carguío, acarreo y disposición del material dentro de una operación minera. Estos equipos permiten ejecutar las labores de explotación de manera más eficiente, optimizando tiempos operativos, productividad y rendimiento de la operación minera (IIMP, 2022).

Asimismo, la selección y utilización adecuada de los equipos mineros dependen de factores como capacidad de producción, condiciones geomecánicas del terreno, distancias de acarreo y planificación de minado, buscando garantizar continuidad operativa y reducción de tiempos improductivos (Cipriano et al., 2024).

3.2.4.1 Cargador frontal

El cargador frontal es un equipo de carguío utilizado en minería superficial para la manipulación y carga de material hacia los volquetes o unidades de transporte. Este equipo posee un cucharón frontal que permite recoger y

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

trasladar material de manera rápida y eficiente dentro de las operaciones extractivas.

Además, el cargador frontal contribuye a mejorar la productividad de la operación minera debido a su capacidad de realizar ciclos rápidos de carguío, reduciendo tiempos operativos y facilitando el abastecimiento continuo de material hacia las zonas de descarga o acopio (Nube Minera, 2022).

3.2.4.2 Excavadora hidráulica

La excavadora hidráulica es un equipo de excavación empleado en minería para realizar labores de arranque, corte y carguío de material. Este equipo funciona mediante un sistema hidráulico que le permite desarrollar movimientos de excavación con alta capacidad y precisión operativa.

En minería superficial, la excavadora hidráulica es utilizada principalmente en labores de extracción y limpieza de frentes de trabajo, permitiendo incrementar el rendimiento operativo y mejorar los ciclos de carguío y acarreo (IIMP, 2022).

3.2.4.3 Volquete

El volquete es un equipo de transporte utilizado para el acarreo de material desde el frente de explotación hacia botaderos, plantas o zonas de acopio. Su capacidad volumétrica permite transportar grandes cantidades de material en cada ciclo operativo, contribuyendo a mejorar la productividad de la operación minera.

Asimismo, el rendimiento del volquete depende de factores como distancia de transporte, estado de vías, velocidad de desplazamiento y tiempo de descarga, los cuales influyen directamente en la optimización de los tiempos operativos y en la eficiencia del ciclo de acarreo (Cipriano et al., 2024).

3.2.5 Tiempos

Este término proviene del latín “tempus”, definiéndose como medida o extensión, es decir que este tiempo es como una duración de todos los estados de sus cosas,

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

encontrándose sujetas a diversas modificaciones (Editorial Etecé, 2024). Además, se basa en la capacidad de completar todas sus asignaciones y tareas en un tiempo adecuado o previsto en la zona de trabajo (Narvaez, 2024).

3.2.5.1 Tiempos en los equipos

Este tiempo se relaciona con las maquinarias y equipos que son utilizados en empresas mineras, donde se tiene en cuenta a la cantidad de viaje por mes y a los mantenimientos programados (IIMP, 2022).

- **Tiempo carguío**

  Se basa en el tiempo de carguío que demora un volquete al ser llenado en su buzón o cargado mediante el scoop, donde su tiempo de carga va a depender del número de lampones requeridos para que llene su capacidad de su volquete o cualquier unidad de transporte (Cipriano et al., 2024).

- **Tiempo de ida**

  Consta en un tiempo para que su volquete cargado transite una existente distancia hasta su destino, yendo de la mano con sus factores como su distancia y velocidad en cuanto a su destino (Cipriano et al., 2024).

- **Tiempo de descarga**

  Se basa en un tiempo que depende de sus condiciones laborales y su tipo de descarga de su equipo, considerando que en su zona de descarga no tiene que existir ningún equipo en movimiento para que su volquete pueda ingresar y avanzar en retroceso una establecida distancia (Cipriano et al., 2024).

- **Tiempo de retorno**

  Consta en el tiempo que demora el volquete al momento de ingresar vacío desde su lugar de descarga hasta su lugar de carguío, relacionándose con sus factores como distancia y velocidad (Cipriano et al., 2024).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

3.3 Marco conceptual

3.3.1 MinePlan

MinePlan es una plataforma de software especializada en planificación minera desarrollada por Hexagon, que permite visualizar, analizar, modelar y diseñar información relacionada con las operaciones mineras. La plataforma integra herramientas para la gestión de información geológica, modelamiento de recursos, diseño minero, cálculo de reservas y planificación de las actividades de explotación, permitiendo trabajar con información en dos y tres dimensiones (HEXAGON, 2026).

MinePlan constituye una herramienta de apoyo para los profesionales de geología, topografía, ingeniería de minas y planificación minera, debido a que permite integrar información geológica y operativa en un entorno digital para facilitar el diseño y evaluación de diferentes alternativas de explotación. Asimismo, puede utilizarse durante diferentes etapas del ciclo de vida de una operación minera, desde la exploración hasta la producción (HEXAGON, 2026).

3.3.2 Componentes de MinePlan

MinePlan está compuesto por diferentes herramientas y módulos orientados a las principales actividades de evaluación, diseño y planificación minera. Entre sus principales componentes se encuentran:

- **MinePlan 3D**

  MinePlan 3D constituye una de las herramientas fundamentales de la plataforma y permite realizar visualización, diseño y modelamiento tridimensional de la información minera. Esta herramienta permite trabajar con superficies, sólidos, modelos de bloques y elementos de diseño minero, facilitando la representación gráfica de las condiciones de una operación minera (HEXAGON, 2026).

- **Modelamiento geológico y de recursos**

  Las herramientas de modelamiento geológico permiten gestionar información proveniente de sondajes, muestras y otros datos geológicos, así como interpretar la información y generar modelos tridimensionales y modelos de bloques. Estos modelos permiten representar las características y distribución espacial de los

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

recursos minerales para posteriormente realizar estimaciones y evaluaciones (HEXAGON, 2026).

- **Diseño minero**

  MinePlan incorpora herramientas CAD tridimensionales para desarrollar diseños de explotación minera, incluyendo tajos, bancos, rampas, caminos, botaderos y otras estructuras necesarias para la planificación de una operación a cielo abierto. El diseño puede relacionarse con el modelo de bloques y con las restricciones técnicas de la operación (HEXAGON, 2026).

- **Estimación de recursos y reservas**

  Las herramientas de MinePlan permiten trabajar con modelos de bloques tridimensionales para calcular y evaluar recursos y reservas. La información del modelo puede ser analizada considerando diferentes parámetros y restricciones para apoyar la toma de decisiones durante la planificación minera (HEXAGON, 2026).

- **Planificación minera**

  MinePlan permite desarrollar planes mineros en diferentes horizontes de planificación. Para el corto plazo, incorpora herramientas para elaborar programas tácticos y modelar las actividades de producción, considerando las geometrías de explotación, los equipos disponibles, el transporte y las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos de producción (HEXAGON, 2026).

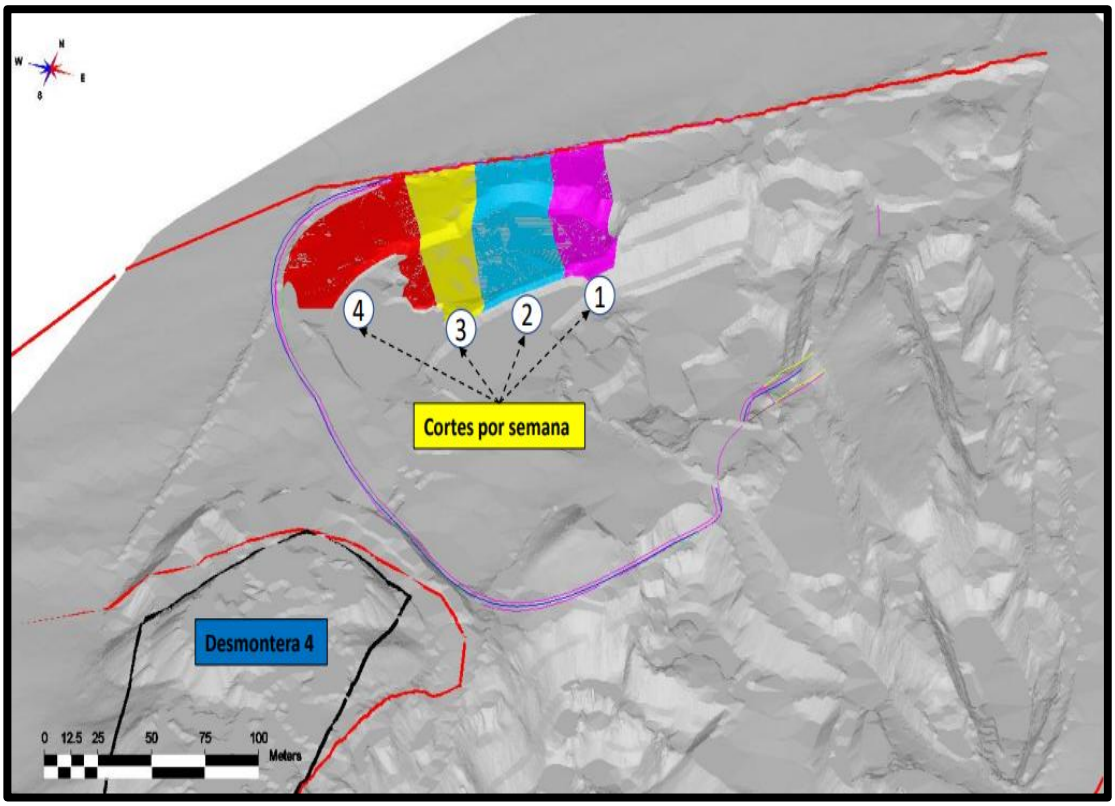
- **Programación de actividades**

  MinePlan Activity Scheduler permite programar las actividades mineras mediante herramientas basadas en diagramas de Gantt y asignar equipos a las diferentes actividades de producción. De esta manera, es posible representar y organizar las actividades necesarias para ejecutar el plan de minado en determinados periodos (HEXAGON, 2026).

3.3.3 Planeamiento de minado

Consta en métodos de aplicaciones de una planificación, teniendo el propósito de cumplir con todas sus producciones programadas en mina (Condori, 2019).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú



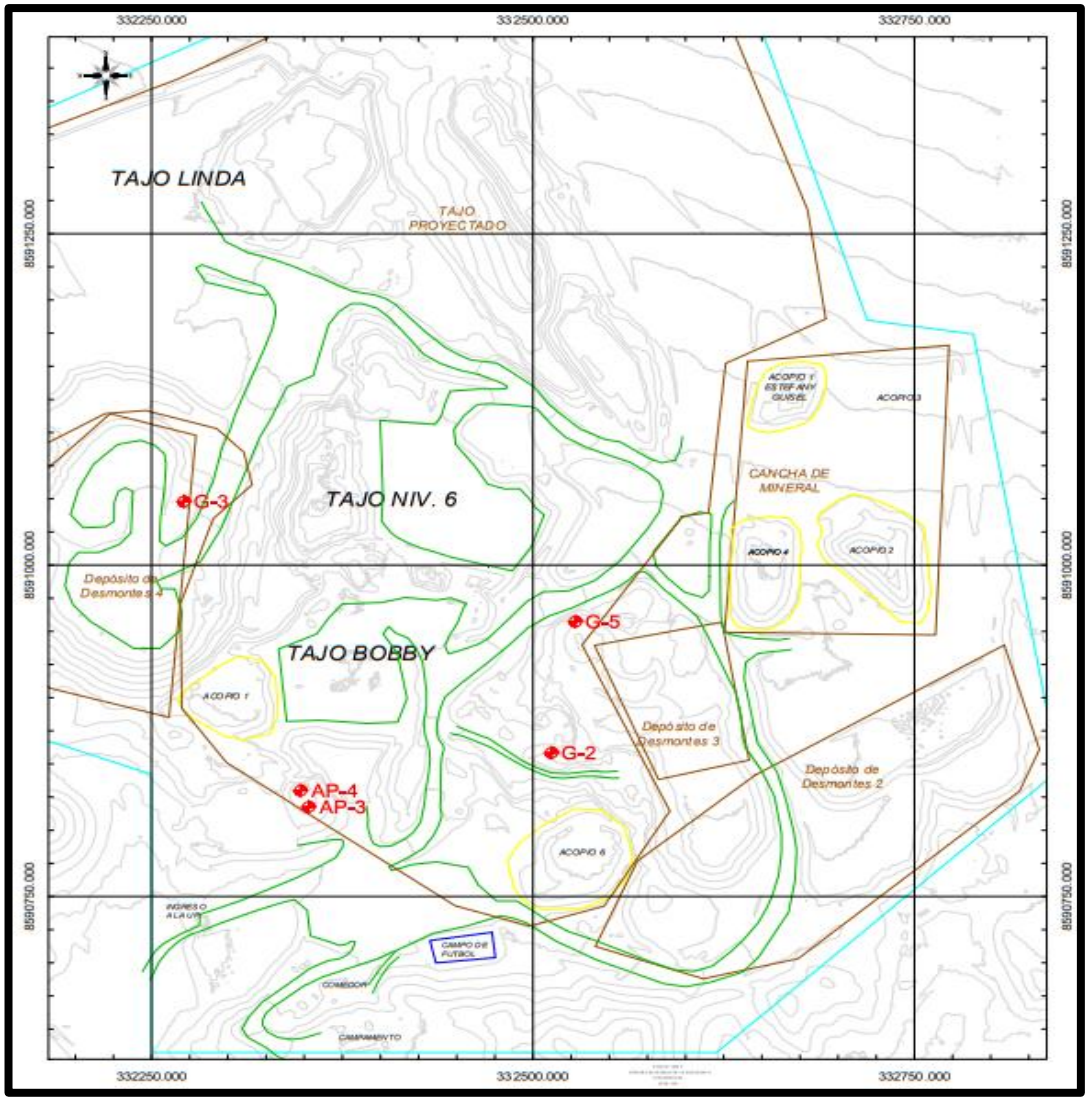
FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 7—Planeamiento del mes en semanas

3.3.4 Topografía

Se basa en la ciencia geométrica enfocándose a una representación gráfica de toda una superficie terrestre, de tal manera que estos estudios topográficos son esenciales para las elevaciones de diversos terrenos (Editorial Etecé, 2024).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú



FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 8 — Topografía de la U.P. Promesa 2

3.3.5 Recurso del mineral

Estos recursos de mineral se pueden estimar a partir de recolecciones de evidencias mediante un muestreo o exploraciones geológicas, de tal manera que se pueden subdividir en recursos de minerales inferidos, medidos e indicados (Gutierrez, 2022).

3.3.6 Reserva del mineral

Se definen como cantidades mucho más pequeñas de algún material, es decir, que se basa en un material de mineral considerándose explotables bajo sus existentes condiciones, donde se incluye precios, circunstancias locales, costos y tecnologías (Andagua, 2018).

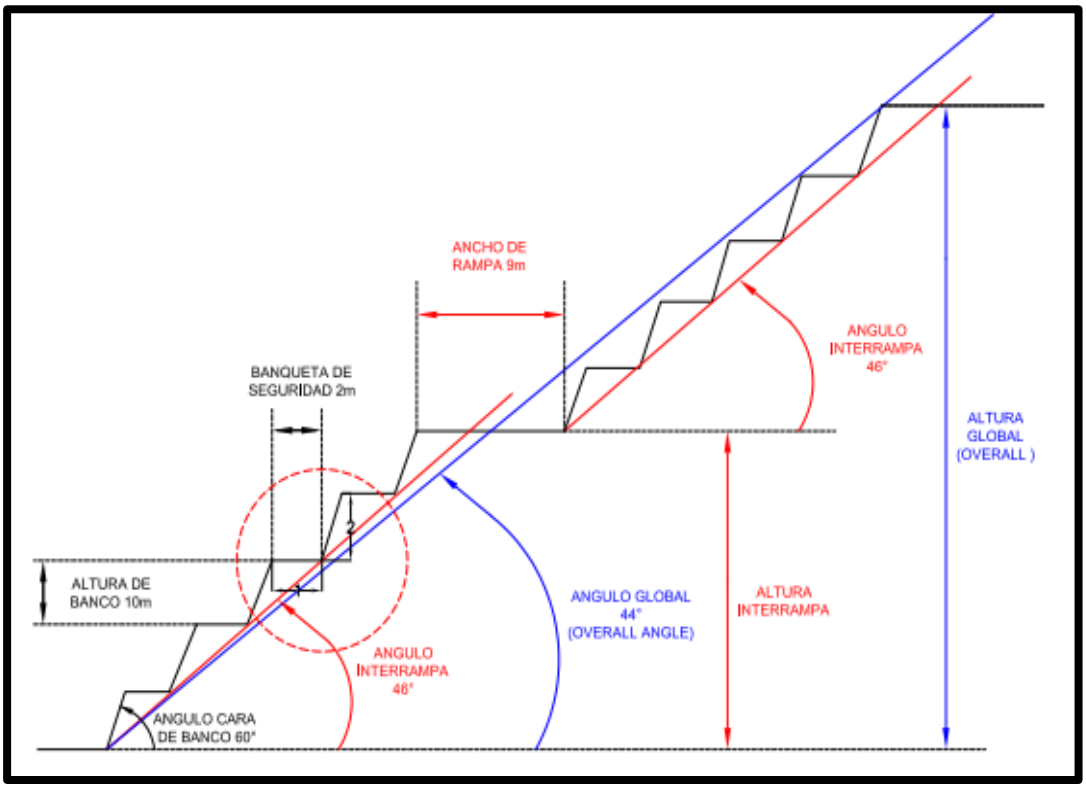
Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

3.3.7 Canteras

Se refiere a 2 puntos importantes, donde primero se encuentra a la explotación minería para que se pueda adquirir diversos recursos, y lo segundo es la diversidad de rocas volcánicas que se emplean para las edificaciones y decoraciones, siendo materiales esenciales para los hogares (MACERE, 2023).

3.3.8 Talud

Se define como la inclinación de la superficie de algún terreno o muro, es decir que el talud es cualquier superficie encontrándose inclinada en cuanto a la horizontal, pudiendo adoptar una postura de manera permanente o temporal (VODALAND, 2022).



FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 9 — Diseño del tajo de la U.P. Promesa 2

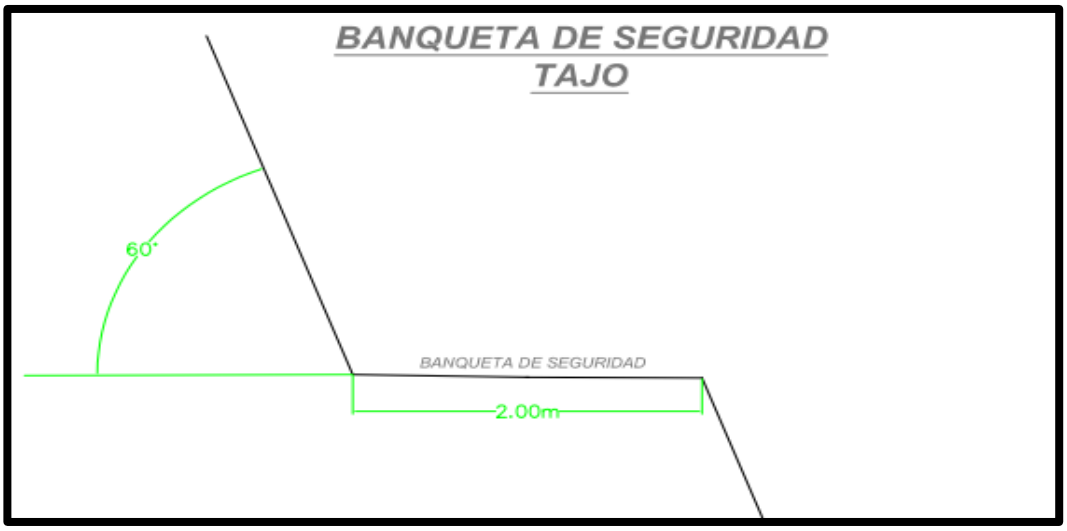
3.3.9 Banco

Consta en una unidad básica de explotación, siendo cruciales en su operación, acomodándose sus zonas activas de perforación y voladura, de tal manera que estos bancos se clasifican en bancos inactivos y de trabajo (Nube Minera, 2022).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

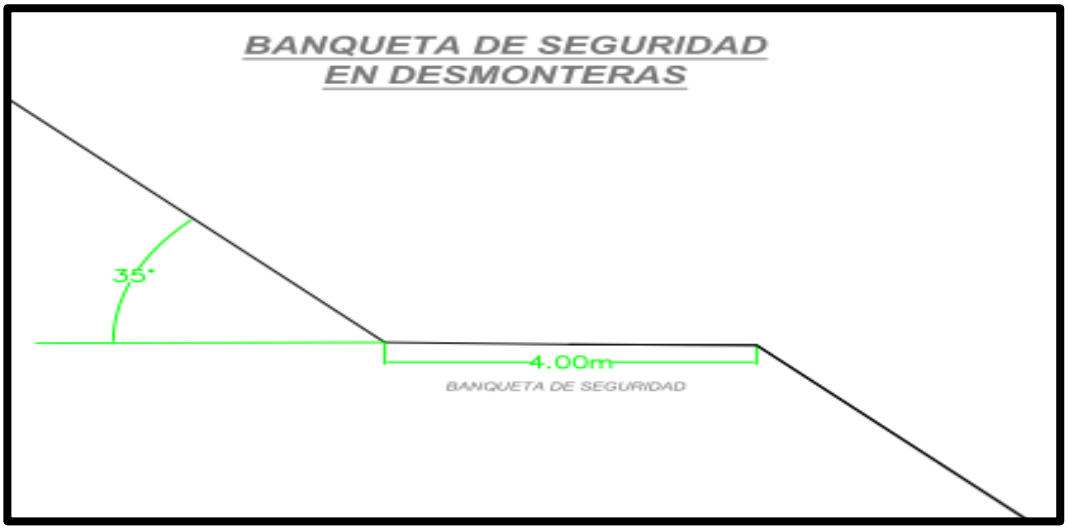
3.3.10 Banqueta de seguridad

Estas banquetas de seguridad como su mismo nombre lo dicen, sirve para brindar una estabilización mejor al talud, estando relacionado a su característica de este tipo de suelo o roca del talud (Martínez, 2021).



FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 10 — Diseño de la banqueta de seguridad del tajo de la U.P. Promesa 2



FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 11 — Diseño de banqueta de seguridad de la desmontera U.P. Promesa 2

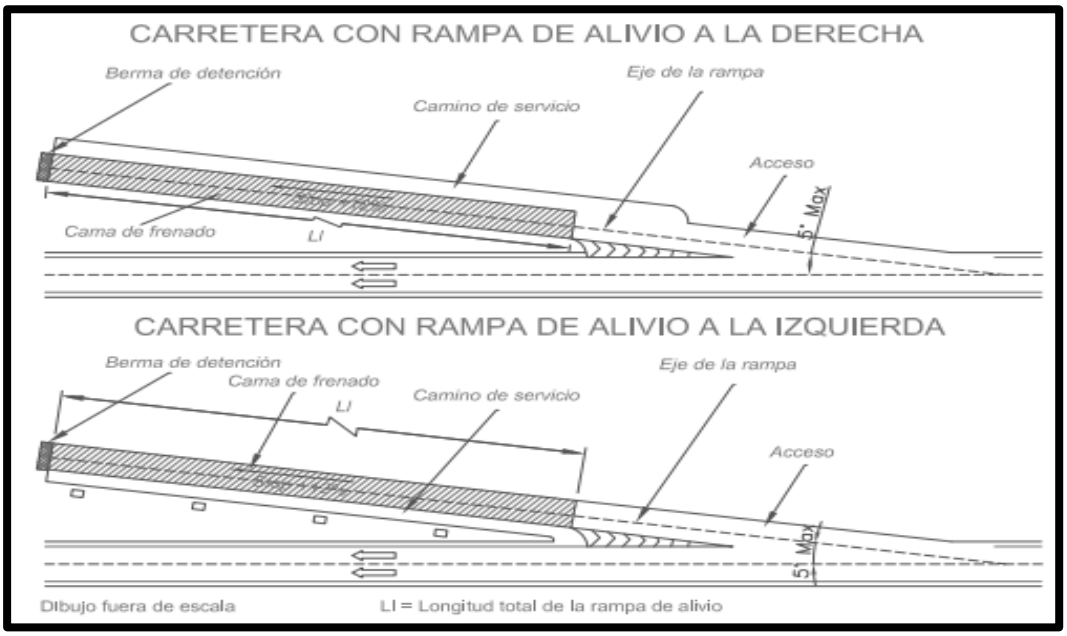
Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

3.3.11 Rampa

Se basa en el elemento donde permite su acceso a sus equipos desde su superficie hasta sus diversos puntos de trabajo, permitiendo un desplazamiento a diferentes cotas (Nube Minera, 2022).

3.3.12 Rampa de alivio

Sirve para que se transporten grandes volúmenes de materiales, siendo transportados a partir del fondo del tajo hacia sus botaderos o centros de acopio, ya que en este transcurso sus camiones suben y bajan por carreteras de pendientes fuertes (Gobierno de México, 2022).



FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 12 — Diseño de la rampa de alivio de la U.P. Promesa 2

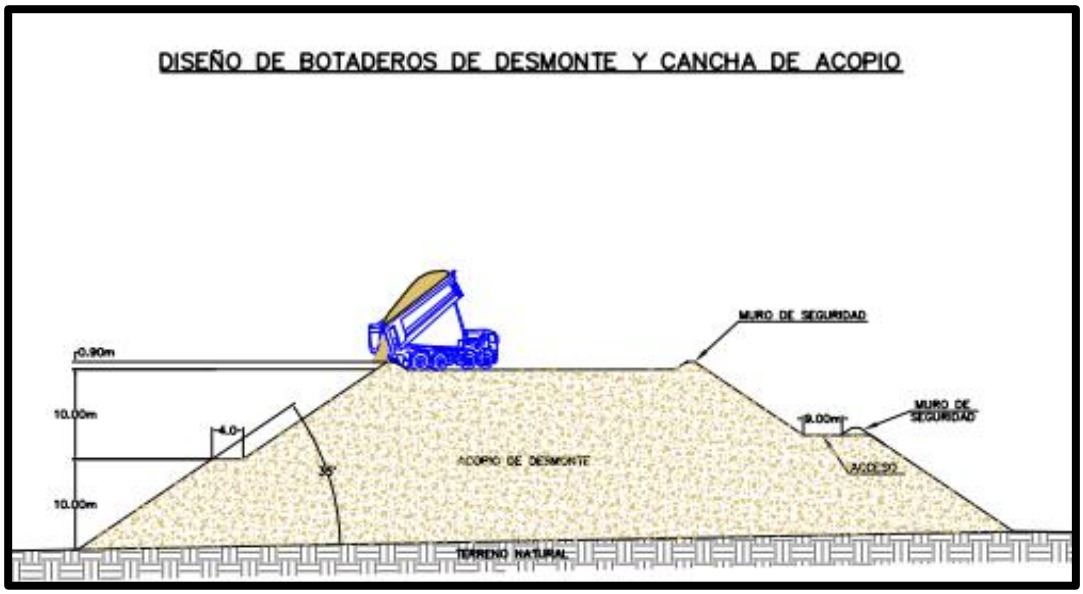
3.3.13 Ángulo de rampa

Se define como un ángulo máximo en donde el vehículo puede circular de manera lenta sobre la rampa sin que sus bajos toquen la superficie (SEAT, 2024).

3.3.14 Botadero de desmonte

Se considera como uno de sus peligros físicos en mina, debiéndose a su composición y geometría que podrían ocasionar deslizamientos de sus materiales (Caballero, 2021).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú



FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 13 — Diseño de botadero de desmonte y cancha de acopio U.P. Promesa 2

3.3.15 Cancha de acopio

Consta en terrenos amplios de deposiciones minerales donde ya fueron extraídos, es decir que esta cancha de acopio es muy esencial para una compañía minera, ya que sin esta cancha no tendrían como alimentar a su planta concentradora y por ello este ya no funcionaría (Ramírez, 2023).

3.3.16 Histograma

Según Walpole (2012), el histograma es una representación gráfica de la distribución de frecuencias de datos continuos mediante barras contiguas.

Los histogramas se clasifican según la forma de distribución de los datos. Entre las principales clases se encuentran: histograma simétrico, histograma asimétrico positivo, histograma asimétrico negativo, histograma bimodal y histograma multimodal (WALPOLE et al., 2012).

- **Histograma simétrico**

  Presenta una distribución equilibrada alrededor de la media, donde ambos lados del histograma tienen forma semejante (WALPOLE et al., 2012).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

- **Histograma asimétrico positivo**

  La distribución presenta una cola hacia la derecha, indicando que existen valores altos poco frecuentes (WALPOLE et al., 2012).

- **Histograma asimétrico negativo**

  La distribución presenta una cola hacia la izquierda, mostrando presencia de valores bajos extremos (WALPOLE et al., 2012).

- **Histograma bimodal**

  Presenta dos máximos o picos principales dentro de la distribución de frecuencias (WALPOLE et al., 2012).

- **Histograma multimodal**

  Presenta más de dos picos o agrupaciones principales de datos (WALPOLE et al., 2012).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

CAPÍTULO IV
METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, ya que se realizó un plan de minado para que se pueda optimizar sus tiempos de esta Cantera U.P. Promesa 2. Según Torres et al. (2018) indica que esta investigación aplicada que se basa en un estudio que intenta resolver problemas en el mundo real, enfrentándose a empresas o personas, en otras palabras, implica a su aplicación práctica de principios científicos.

El nivel de estudio fue descriptivo, porque se describí su situación problemática y su implementación de este planeamiento de minado a corto plazo. De acuerdo a Ochoa y Yunkor (2019) señala que el nivel de estudio se limita a describir la naturaleza y características de la muestra.

4.2 Diseño de la investigación

Este estudio fue de diseño no experimental, donde no se manipularán sus variables de forma intencional, donde se observará sus componentes existentes para su problemática de esta investigación. Por lo tanto, este diseño se basa en no modificar de manera intencional sus variables relacionadas, observando su fenómeno, así como se presente en este entorno natural y luego ser analizado (Mayta y Salazar, 2018).

4.3 Descripción ética de la investigación

Con respecto a este presente estudio se siguió de manera estricta todos sus lineamientos de acuerdo a su guía de elaboración del proyecto de investigación, siendo facilitado por la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Además, este estudio permite controlar sus consultas frecuentes de todos sus registros de información encontrados, distinguiendo sus aportaciones de otros autores, analizándolas y comprendiéndolas.

De tal manera, que esta información y datos de manera ética se van enfocando en datos reales, basándose en sus datos disponibles y problemas actuales de diversas empresas, así

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

como también se requiere realizar un adecuado plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan para la optimización de sus tiempos.

4.4 Población y muestra

Población: Todas las operaciones a tajo abierto en la Compañía Minera Las Camelias S.A.C.

Muestra: Las muestras fue seleccionada de manera no probabilísticas, en la cual se realizaron 50 perforaciones diamantina para el diseño del tajo en la UP Promesa 2.
La muestra es el área de extracción de la U.P. Promesa 2. Las 50 perforaciones diamantinas son datos técnicos utilizados para el diseño del tajo.

4.5 Procedimiento

En la primera etapa se analizó la parte bibliográfica buscando diversos artículos científicos, tesis previas, libros y documentos de sitios webs que sean confiables, teniendo el propósito de que estos sirvan de ayuda para que se pueda desarrollar este estudio.

En la segunda etapa se aplicaron los instrumentos planteados en esta investigación como la guía de análisis documental y guía de observación, teniendo el propósito de que se recolecte datos sobre su situación actual de la cantera, para el diseño del plan de minado y sus tiempos relacionados con los equipos que se utilizan en el área de extracción de la Cantera U.P. Promesa 2.

Por último, en esta etapa se desarrolló el procesamiento de información adquirida mediante la guía de análisis documental y las guías de observación, de tal manera que se va a analizar y procesar todos sus datos e información para que sea plasmada en sus resultados a través del software Mineplan y el Excel.

4.6 Técnica e instrumentos

Para su desarrollo de esta investigación se utilizaron técnicas e instrumentos, permitiendo su facilidad de decepcionar su información para que brinde y responda sus comentarios que serán asignados comprobando sus objetivos en esta investigación.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

- **Técnicas**
  - **Análisis documental:** Se basa en una técnica de estudio que sirve para recolectar y seleccionar datos y/o información mediante diversos documentos, revistas, artículos, entre otros (Ortega, 2025).

  - **Observación:** Consta en una técnica principal para que se recolecte datos y/o información de una forma objetiva, de tal manera que esta técnica se emplea para que se genere conocimientos amplios sobre algún tema en particular, siendo empleada en las investigaciones en campo (Díaz, 2023).

- **Instrumentos**
  - **Guía de análisis documental:** Este instrumento sirvió para recolectar datos relacionados a la situación actual de los tiempos de los equipos utilizados en el área de extracción, siendo información extraída directamente de la base de datos de la misma Cantera U.P. Promesa 2 de la Compañía Minera Las Camelias S.A.C.

  - **Guía de observación:** Su propósito de usar esta guía de observación es para recopilar información y/o datos necesarios con respecto a su diseño del plan de minado a corto plazo y sus tiempos.

4.7 Análisis estadístico

Sus datos han sido recolectados mediante un empleo de instrumentos planteados en esta investigación, de tal manera que se desarrollará una tabulación realizando su empleo de hojas de cálculo en Excel, donde se va a poder desarrollar parámetros estadísticos.

Además, se tuvo en cuenta su análisis descriptivo, ya que después de su proceso de información levantada y registrada, van a proceder a una interpretación de todos sus resultados adquiridos en esta investigación.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

CAPÍTULO V
RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

5.1.1 Identificar la situación actual de la Cantera U.P. Promesa 2

Con respecto al primer objetivo específico se identificó la situación actual de la Cantera U.P. Promesa 2, teniendo en cuenta los tiempos relacionados con los equipos utilizados en el área de extracción a partir del mes de julio hasta diciembre del periodo 2022.

Tabla 4 — Tiempos sin plan de minado - 1

Producto	Volquete	Origen	Destino	Distancia ida y vuelta (m)	Distancia ida y vuelta (km)
Arcilla	V1	Tajo Nivel 6	Desmontera 4	954.80	0.95
Desmonte	V2	Tajo Nivel 6	Desmontera 4	1,162.62	1.16
Arcilla	V1	Tajo Nivel 6	Desmontera 4	943.48	0.94
Desmonte	V2	Tajo Nivel 6	Desmontera 4	1,212.40	1.21
Arcilla	V1	Tajo Nivel 6	Desmontera 4	507.00	0.51
Desmonte	V2	Tajo Nivel 6	Desmontera 4	945.60	0.95
Arcilla	V1	Tajo Nivel 6	Desmontera 4	543.79	0.54
Desmonte	V2	Tajo Nivel 6	Desmontera 4	1,064.45	1.06
Arcilla	V1	Tajo Nivel 6	Desmontera 4	713.19	0.71
Desmonte	V2	Tajo Nivel 6	Desmontera 4	915.67	0.92
Arcilla	V1	Tajo Nivel 6	Desmontera 4	875.82	0.88
Desmonte	V2	Tajo Nivel 6	Desmontera 4	1,048.62	1.05
FUENTE: Compañía Minería Las Camelias, 2022					

En la tabla 4, se puede observar los productos que son arcilla y desmonte, así como los volquetes, el origen y destino que va desde el tajo nivel 6 hacia la desmontera 4,

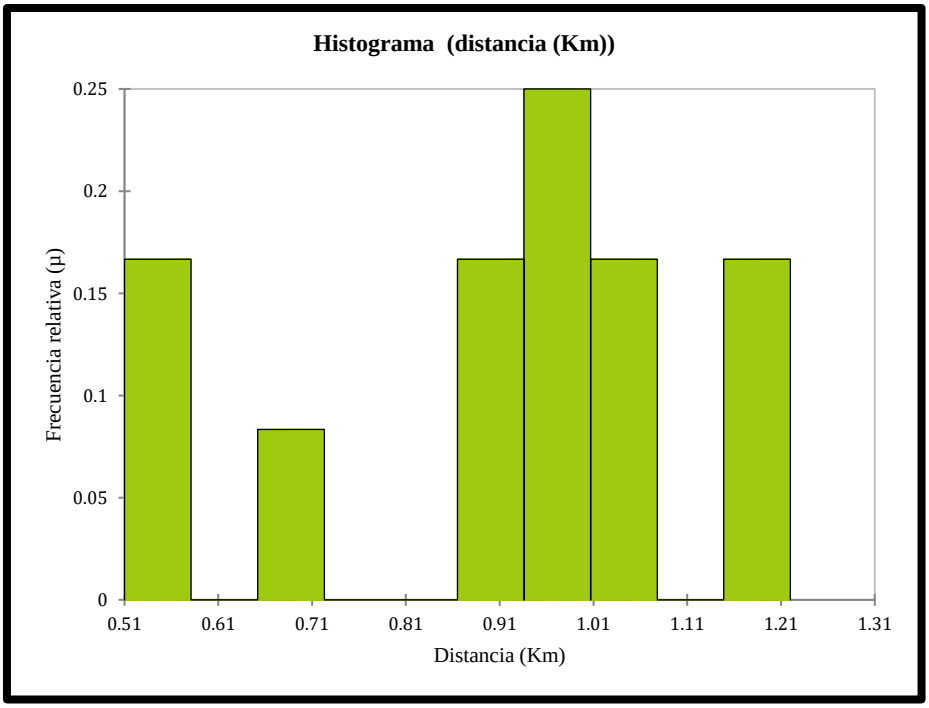
Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

donde se observa la distancia de ida y vuelta en metros y kilómetros de los meses (enero a diciembre) periodo 2022.

5.1.1.1 Estadística descriptiva de análisis de distancia y tiempos sin plan de minado - 1

Se ha elaborado la estadística descriptiva de histogramas para realizar el análisis de comparación de la distancia y el tiempo sin plan de minado -1, para organizar, visualizar y analizar la distribución de datos numéricos continuos. Permiten identificar la forma de la distribución, el centro, la dispersión, valores atípicos y patrones, facilitando la toma de decisiones al evaluar procesos.

La frecuencia relativa representa la proporción o porcentaje de datos en cada intervalo, para comparar conjuntos de datos de distintos tamaños.



FUENTE: Elaboración Propia

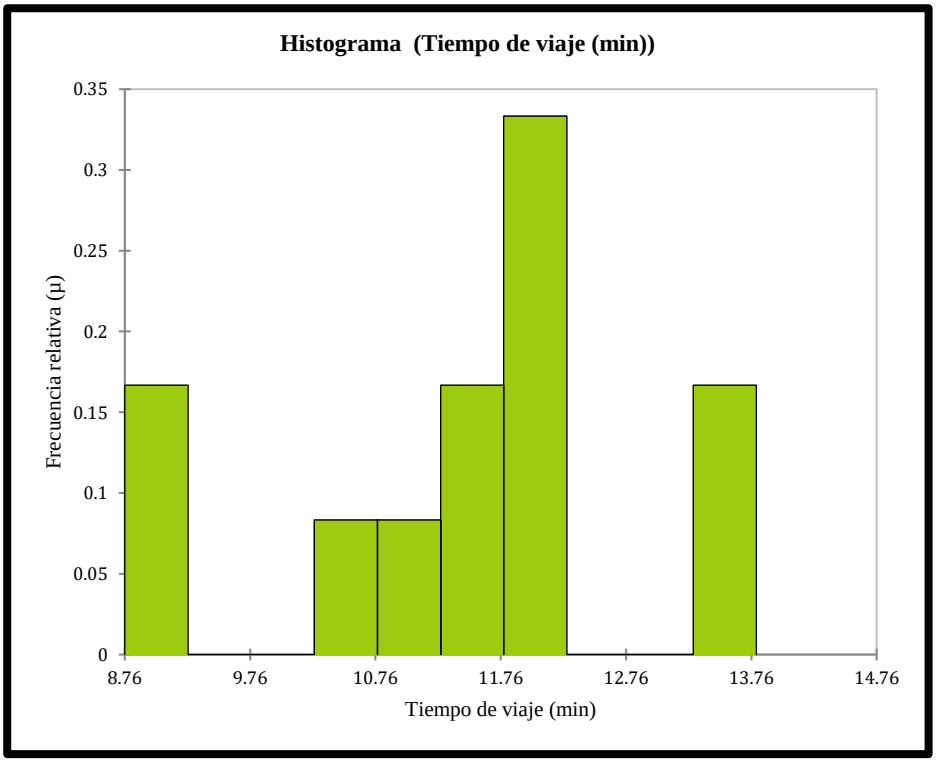
Figura 14 — Histograma de las distancias sin plan de minado 1

El histograma de distancias recorridas por los volquetes durante el periodo julio–diciembre de 2022 muestra que la mayor frecuencia relativa se concentra alrededor de 1.0 km. Esto indica que, en la mayor parte del año,

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

los recorridos tuvieron una longitud similar, evidenciando una operación relativamente uniforme. Se observan pocos recorridos con distancias menores a 0.7 km y algunos superiores a 1.15 km, aunque con menor frecuencia.

Este histograma muestra cómo se distribuyen las distancias recorridas por los volquetes durante 2022, la frecuencia relativa de una barra de altura 0.25 significa que aproximadamente 25% de los recorridos estuvieron dentro del rango de distancia.



FUENTE: Elaboración propia

Figura 15 — Histograma de los tiempos de viajes sin plan de minado 1

El histograma muestra que el tiempo de viaje de los volquetes durante 2022 se concentró principalmente alrededor de 12 minutos, con menor frecuencia de viajes más cortos o más largos, lo que evidencia una operación relativamente estable.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 5 — Estadística descriptiva

Variable	Observaciones	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Distancia (Km)	12	12	0.510	1.210	0.907	0.221
Tiempo de viaje (min)	12	12	8.760	13.770	11.517	1.474
FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2022						

La tabla 5 muestra que se analizaron 12 observaciones sin datos perdidos para las variables distancia recorrida y tiempo de viaje. La distancia presentó una media de 0.907 km y una desviación típica de 0.221 km, mientras que el tiempo de viaje registró una media de 11.517 min y una desviación típica de 1.474 min. En general, ambas variables muestran un comportamiento relativamente estable, aunque el tiempo de viaje presenta mayor variabilidad que la distancia.

Tabla 6 — Tiempos sin plan de minado - 2

Carguío Volq (min)	Recorrido de ida (min)	Descarga material (min)	Recorrido de retorno (min)	Tiempo muerto (min)	Tiempo total recorrido x viaje (min)
2.12	4.20	0.41	3.15	1.78	11.66
2.03	4.65	0.41	3.49	1.50	12.08
2.12	4.31	0.41	3.23	1.40	11.47
2.04	4.85	0.41	3.64	1.10	12.04
2.25	3.04	0.41	2.03	1.45	9.18
2.00	5.67	0.41	3.78	1.45	13.32
2.12	3.26	0.40	2.18	0.80	8.76
2.12	6.39	0.41	4.26	0.60	13.77
2.40	4.28	0.43	2.85	0.50	10.46
2.11	5.49	0.41	3.66	0.45	12.13
2.14	4.86	0.45	3.50	0.30	11.25
2.12	5.06	0.41	4.19	0.30	12.08
FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2022					

En la tabla 6, se puede observar el carguío del volquete, así como el recorrido de ida, descarga del material, recorrido de retorno, los tiempos

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

muertos y el recorrido por viaje en minutos por cada mes (enero a diciembre) periodo 2022.

Tabla 7 — Tiempos sin plan de minado - 3

Recorrido x viaje en Hr	Viaje x Hr	2 volquete Hr	Viajes	Hr excavadora	Promedio total Hr
0.19	5.1	10.3	909	88.32	143.29
0.20	5.0	9.9	546	54.96	
0.19	5.2	10.5	909	86.89	141.67
0.20	5.0	10.0	546	54.78	
0.15	6.5	13.1	909	69.54	130.13
0.22	4.5	9.0	546	60.59	
0.15	6.9	13.7	909	66.34	129.02
0.23	4.4	8.7	546	62.67	
0.17	5.7	11.5	909	79.25	134.43
0.20	4.9	9.9	546	55.18	
0.19	5.3	10.7	909	85.24	140.23
0.20	5.0	9.9	546	54.98	
FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2022					

En la tabla 7, se puede observar el recorrido por viaje en horas con los equipos utilizados en el área de extracción, el total en horas y el promedio de horas, de tal manera que el mes de julio hay un total de 143.29 hr., y para el mes de diciembre de 140.23 hr.

5.1.2 Implementar el plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan en la Cantera U.P. Promesa 2

Para los resultados del segundo objetivo específico se tuvo en cuenta diversos procesos para la implementación del plan de minado, tal y como se explicará en los siguientes párrafos.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

5.1.2.1 Planificación táctica

- **Etapa 1: Acondicionamiento de la cantera y plan de minado**

  Antes de realizar el acondicionamiento de la cantera y plan de minado se tuvo que ver el stock de arcilla acumulado en los acopios, ya que es muy importante para el abastecimiento a las plantas de celima-trebol, debido a que mensualmente se manda 21,180.00 ton, distribuyéndose en 3 plantas y corporativo, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 8 — Programa mensual

PROGRAMA MENSUAL		
Planta	Acopio	Ton
Planta 1	Bobby	1,000.00
Planta 2	2, 3 y 4	3,000.00
Planta 3	2, 3 y 4	17,000.00
Corporativo	Guissel	118.00
Total		21,118.00
FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2022		

Al momento de realizar el acondicionamiento y plan de minado, se corta puro desmonte en la cual no se reponía la arcilla que se enviaba mensualmente, por ello, se proyectó hasta cuanto tiempo aguanta para que se acondicione la cantera y sacar el desmonte hasta que se descubra la arcilla.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú



FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 16 — Stock de acopio

En la siguiente tabla se visualizará en cuantos meses alcanzará la arcilla para que abastezca a las diferentes plantas de CELIMA-TREBOL.

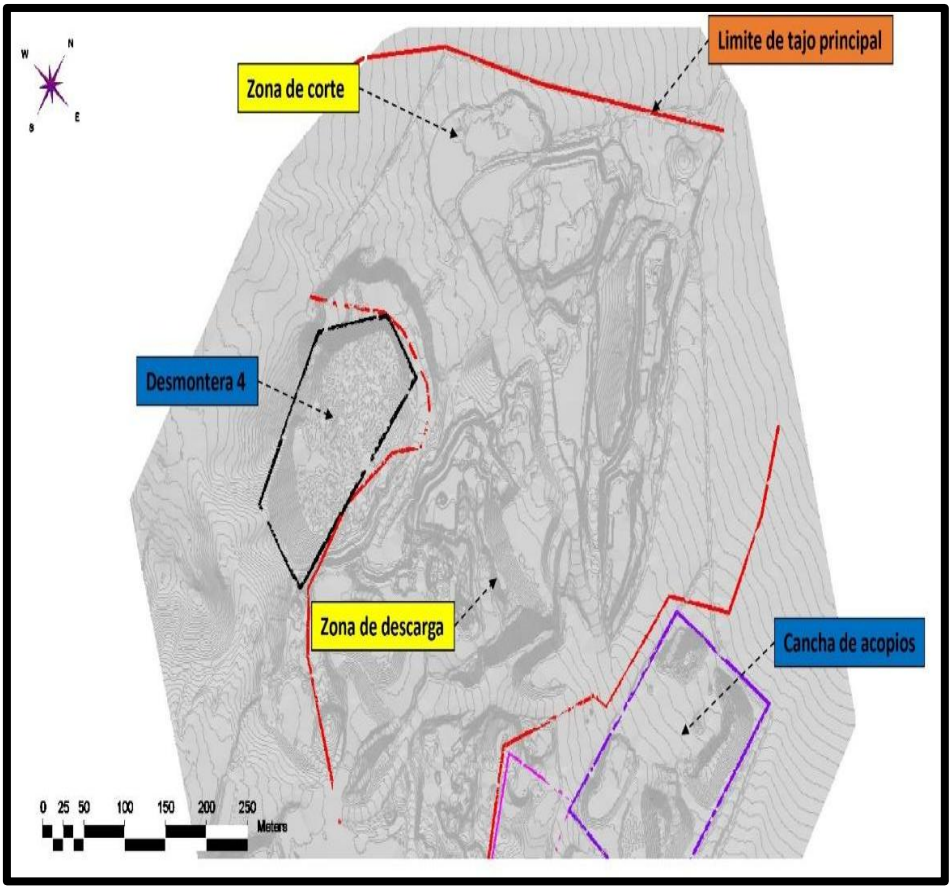
Tabla 9 — Abastecimiento a las diferentes plantas de CELIMA-TREBOL

Planta	Acopio	Toneladas a consumir (mensual)	Acopio acumulado (t)	Abastecimiento (meses)
Planta 1	Bobby	1,000.00	66,561.96	66.56
Planta 2	2	3,000.00	61,453.15	20.48
Planta 3	4	17,000.00	57,236.75	3.37
Corporativo	Guisel	118.00	29,361.51	248.83
Total		21,118.00	214, 613.37	
FUENTE: Unidad Minera Promesa 2 (2022)				

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

En esta tabla 9, se puede observar que en la planta 1 se tiene 66.56 meses para abastecer la planta, para la planta 2 y 3 se puede abastecer del acopio 2 y 4 se tiene un total de 23.85 y para el corporativo se tiene 248.83 meses para abastecer. Concluyendo, que se tiene 23.85 meses para la implementación progresivo del plan de minado sin afectar el despacho hacia las diferentes plantas.

- **Etapa 2: Modificaciones a las vías de acceso**



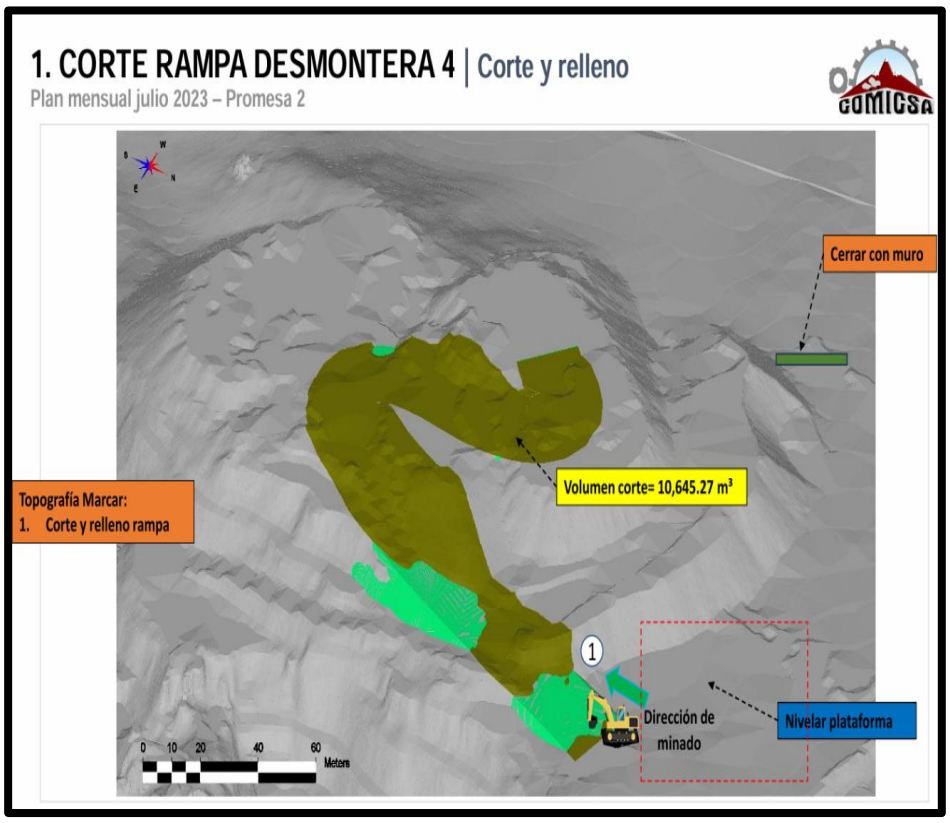
FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 17 — Topografía - junio 2023

En la figura 17, se puede observar que las vías de acceso estaban fuera del estándar con un ancho de vía de 8 metros y con pendientes de 14%, donde antes de implementar un plan de minado se tuvo que corregir dichos accesos de acuerdo con el estándar. Además, se evidenció que la desmontera 4 se había pasado del límite declarado por la cual se tuvo que modificar la desmontera 4 a un mirador para que no sea observado por los

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

entes fiscalizadores como el osinergmin. Por otro lado, en el mes de Julio del 2023 se comenzó con el acondicionamiento de la cantera.

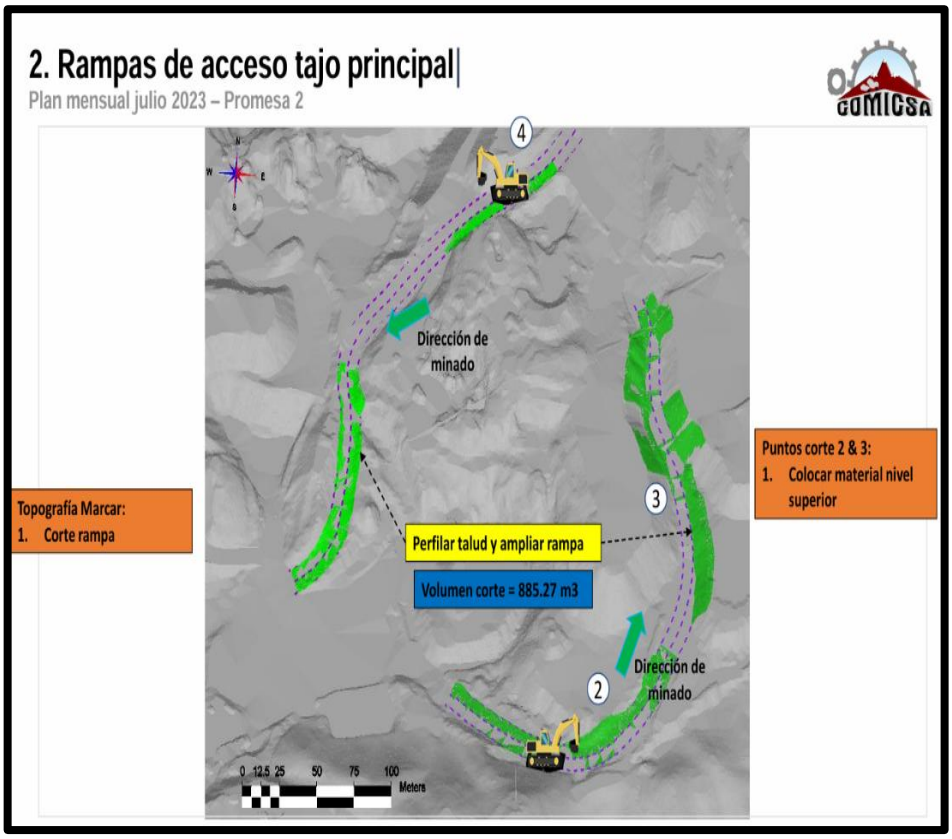


FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 18 — Corte rampa desmontera 4

En esta figura 18, se puede observar que la rampa de acceso de la desmontera 4 del nivel 232 al 258 con un volumen de corte de 10,645.27 m^3 y con un relleno de 648.45 m^3, la topografía tendrá que marcar los límites de la rampa con un ancho de 22 m y con un ángulo de 35° de talud, asimismo, se nivela el comienzo de la rampa y se realiza el cierre de muro delimitado por el límite de operativo.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

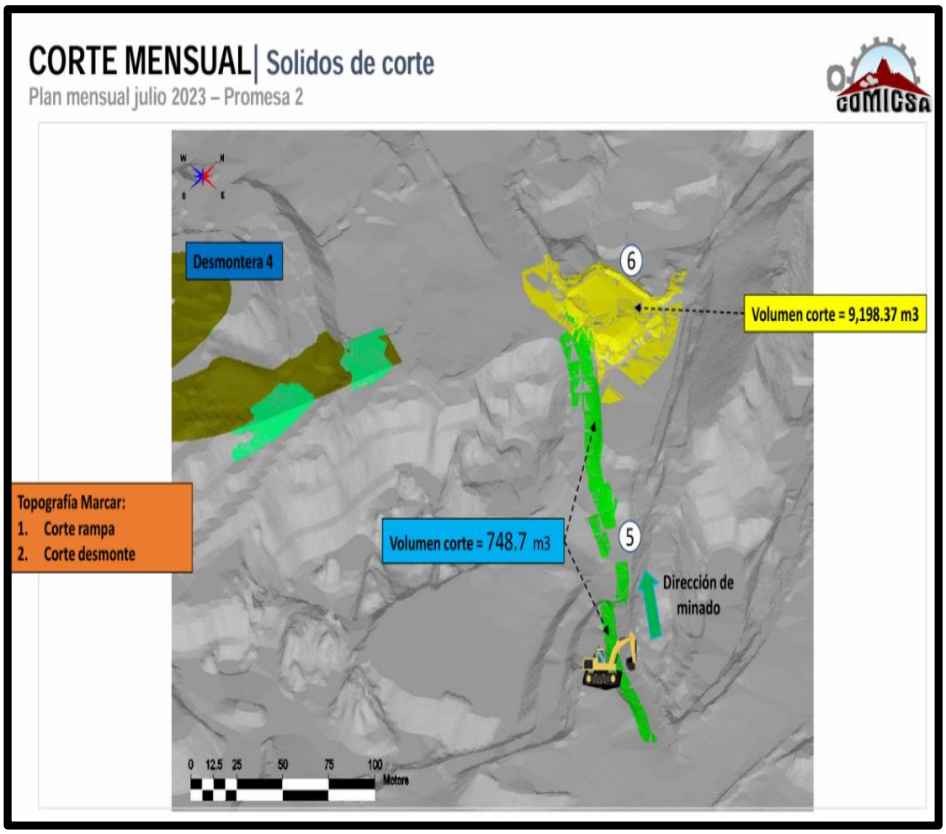


FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 19 — Rampas de acceso tajo principal

En esta figura 19, se puede observar la ampliación de la vía de acceso hacia el tajo principal, desmontera y acopios, el volumen que cortar es de 885.27 m^3, la topografía marca los límites de perfilado de talud a 60° y ampliación de vía de acceso a 11 metros, en el punto de corte 2 y 3 colocar material en el nivel superior para la nivelación de la vía de acceso.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

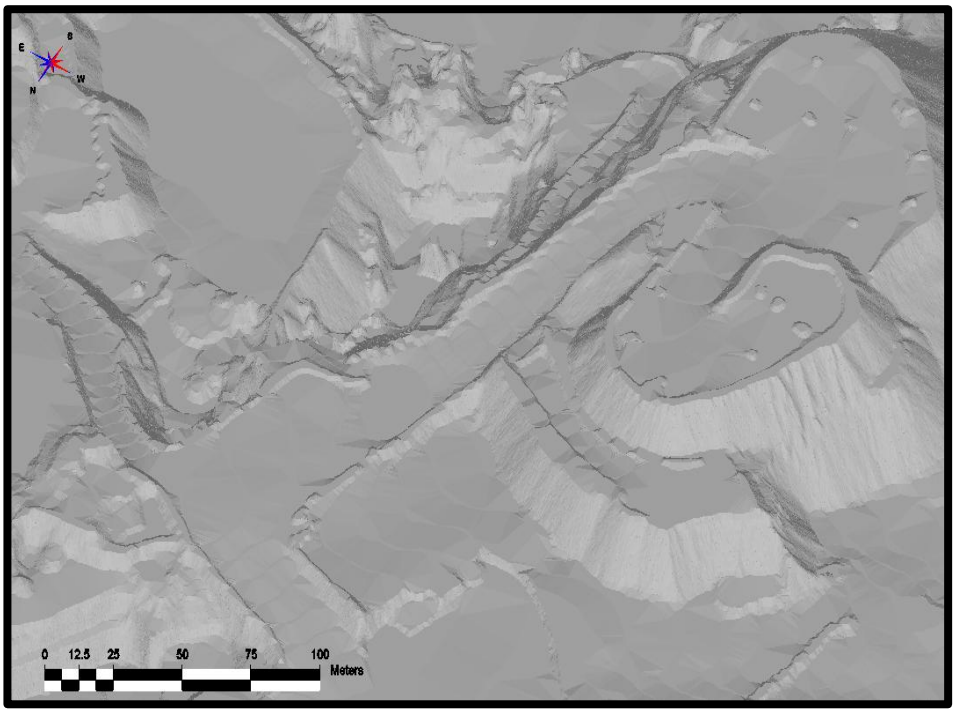


FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 20 — Corte mensual

En esta figura 20, se puede observar la aplicación de la vía de acceso hacia el tajo operativo con un volumen de corte de 748.7 m^3 con un ancho de 11 m y un ángulo de talud de 60°, el corte de desmonte con un volumen de 9,198.37 m^3 y dejarlo al nivel 235, además, la topografía marca los limites de la vía de acceso y limite de corte de desmonte (Reporte del área de planeamiento).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú



FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

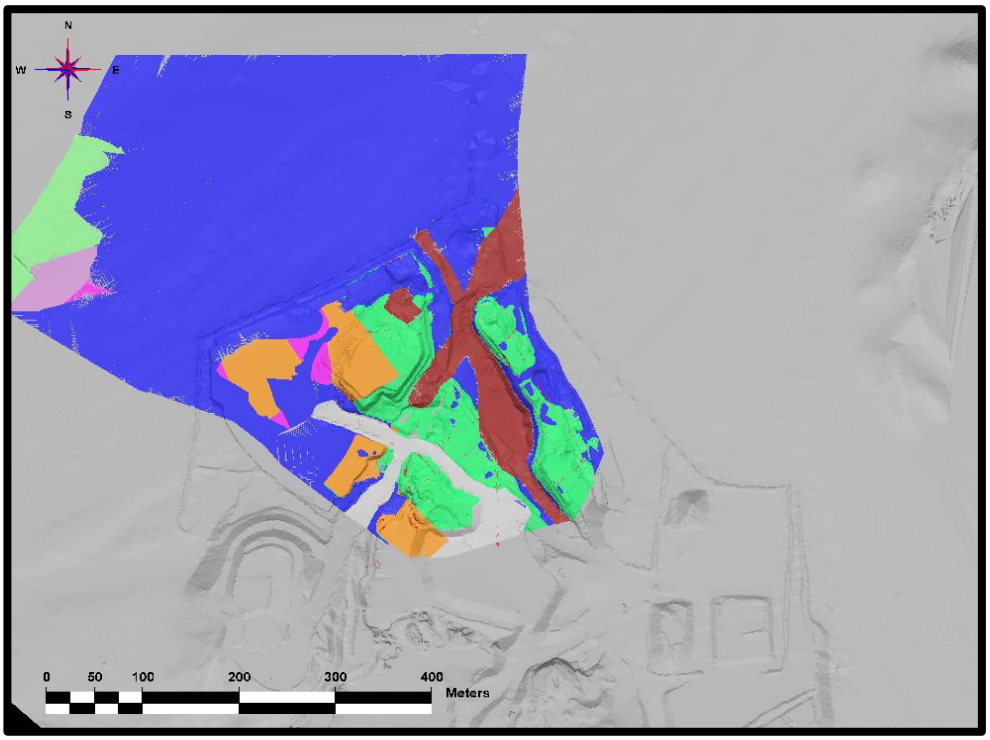
Figura 21 — Después del acondicionamiento de cantera

En esta figura 21, se puede observar que se logró la ampliación de la vía de acceso para el tajo principal, desmontera y rampas de acceso, pudiéndose convertir una desmontará a un mirador.

5.1.2.2 Programación y secuenciamiento

Se realizaron 50 perforaciones diamantinas a 80 metros, arrojando que se tendrá presencia de diques de andesitas como también cuerpos de andesita con abundante desmonte hasta el nivel 222.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú



FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 22 — Vista frontal de los bloques mineralizados

En esta figura 22, se observa la superficie de la concesión minera de la UP Promesa 2 con tus respectivos bloques mineralizados.

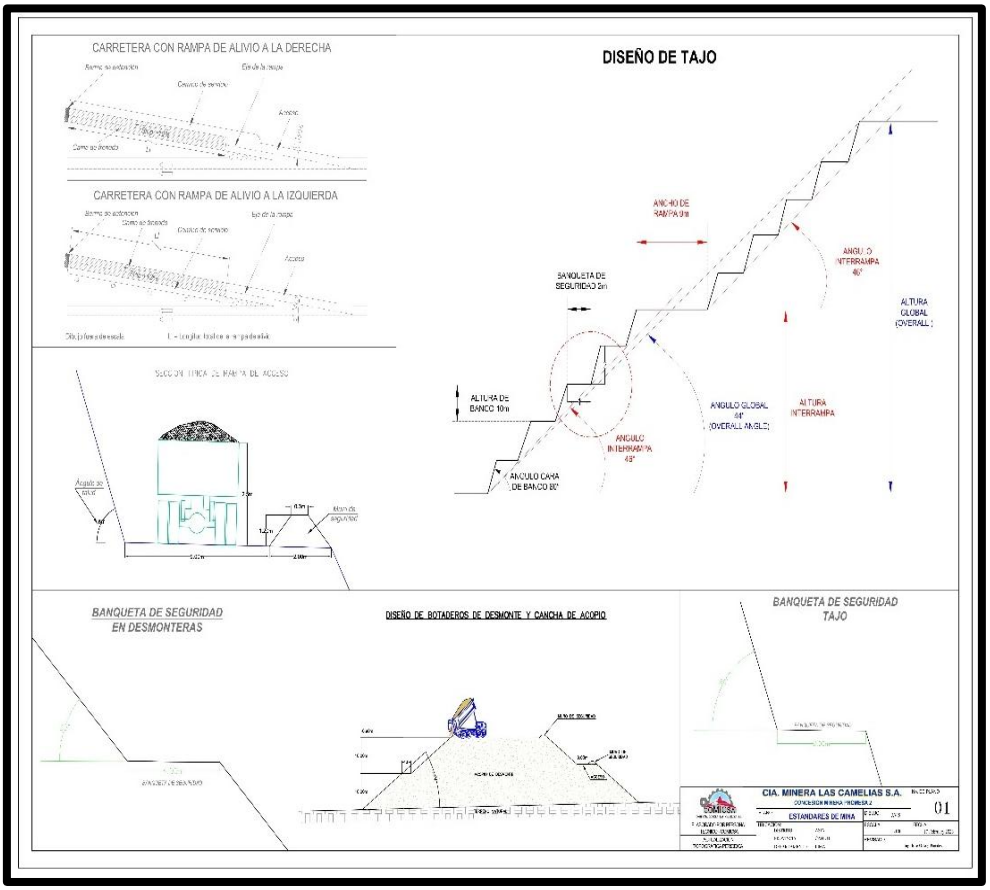
Tabla 10 — Bloques mineralizados

Descripción	**m^3**	**Franja de colores**
Andesita cuerpo	644,262.93	
Andesita diques	104,584.56	
Arcilla Crítico probable	200,719.36	
Arcilla Crítico probado	1,371,433.77	
Cuaternario	1,318,923.63	
Desmonte	167,176.55	
Arcilla Optimo probable	1,320,717.14	
Arcilla Optimo probado	3,853,154.71	
Regulable	1,312,897.00	
FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023		

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

En esta tabla 10, para la explotación se divide en dos: arcilla y desmonte.
Por lo cual nuestra reserva asciende a 8´058,921.85 m3 y en desmonte a 2.234947.67 m3.

Dados los estudios geomecánicas en la cual se diseñó el open pit con parámetros muy estrictos.



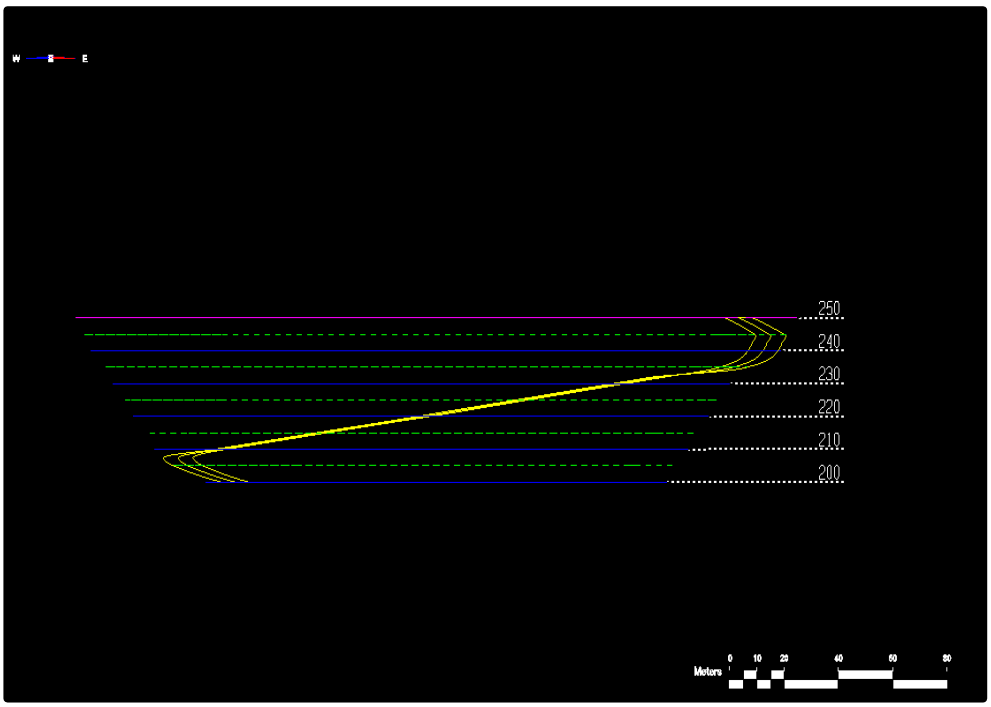
FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 23 — Parámetro del diseño de minado

En esta figura 23, se puede observar los parámetros de minado como la carretera con rampa de alivio a la derecha e izquierda, diseño de tajo, banqueta de seguridad en desmontaras y tajo, y el diseño de botaderos de desmonte y cancha de acopio. Para que se pueda realizar un plan de minado primero se tiene que realizar el diseño del open pit de acuerdo con los estudios geológicos y parámetros de minado. De tal manera, que en la geología en el nivel 222 se

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

encuentra el afloramiento de arcilla con diques y cuerpos de andesita con cuaternario. En el tajo abierto tendrá 5 bancos desde el nivel 250 al nivel 200.

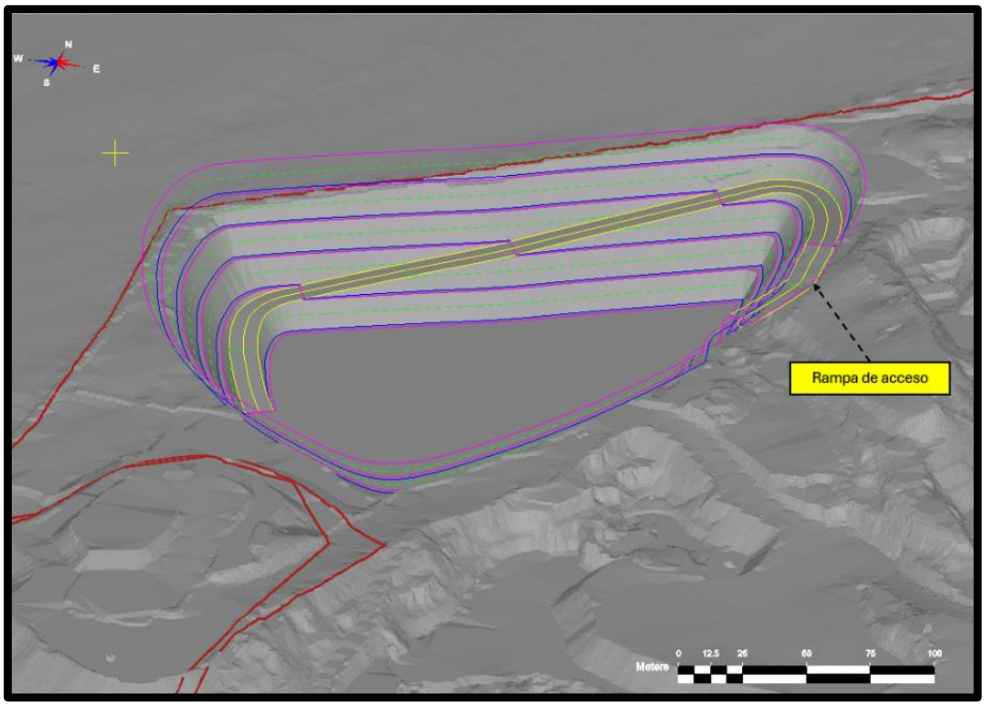


FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 24 — Vista perfil del pit

En esta figura 24, se observa que el pit va a contar con 5 bancos, con cada banco de una altura de 10 m con un ángulo de talud de 60°.

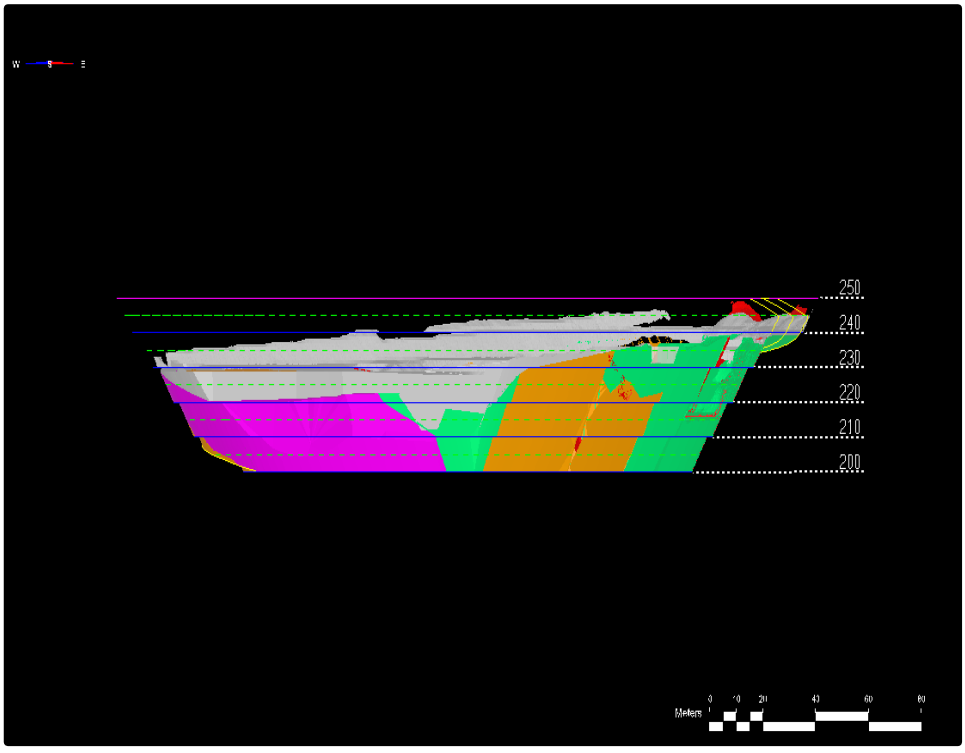
Repositorio Institucional - UNAMBA Perú



FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 25 — Open Pit

En la figura 25, se observa que la rampa de acceso del open pit va iniciar al noroeste con un ancho de vía de 11 m y un pendiente de 12%.

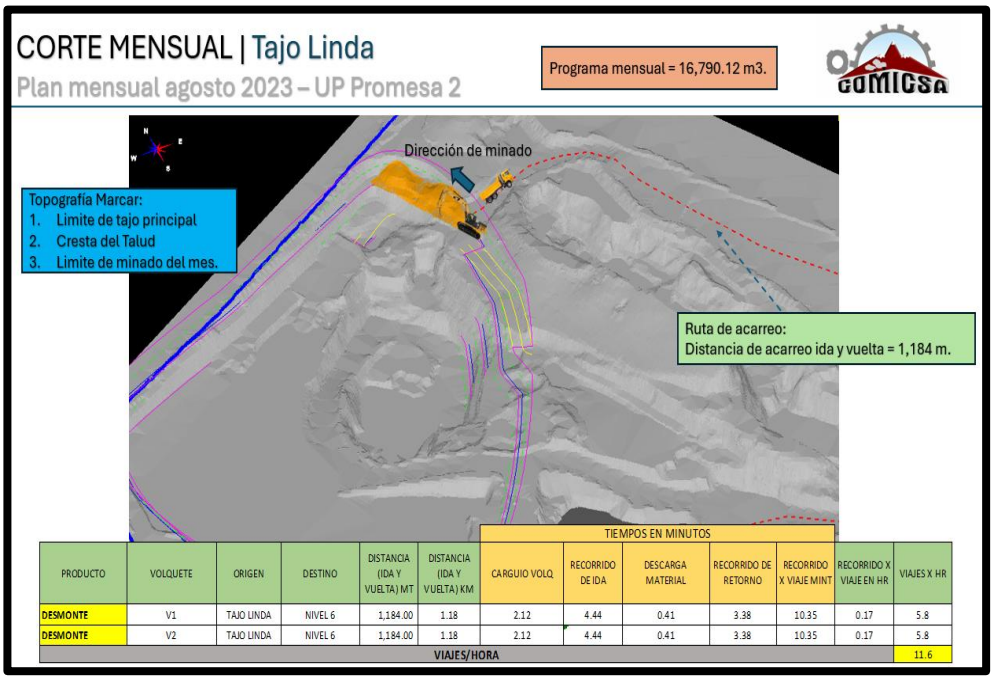


FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 26 — Open Pit con el bloque de reserva

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Teniendo un stock de arcilla acopio equivalente a 214,613.37 t, se corta puro desmonte durante un par de meses para descubrir arcilla e ir gradualmente cortando arcilla para reponer stock.



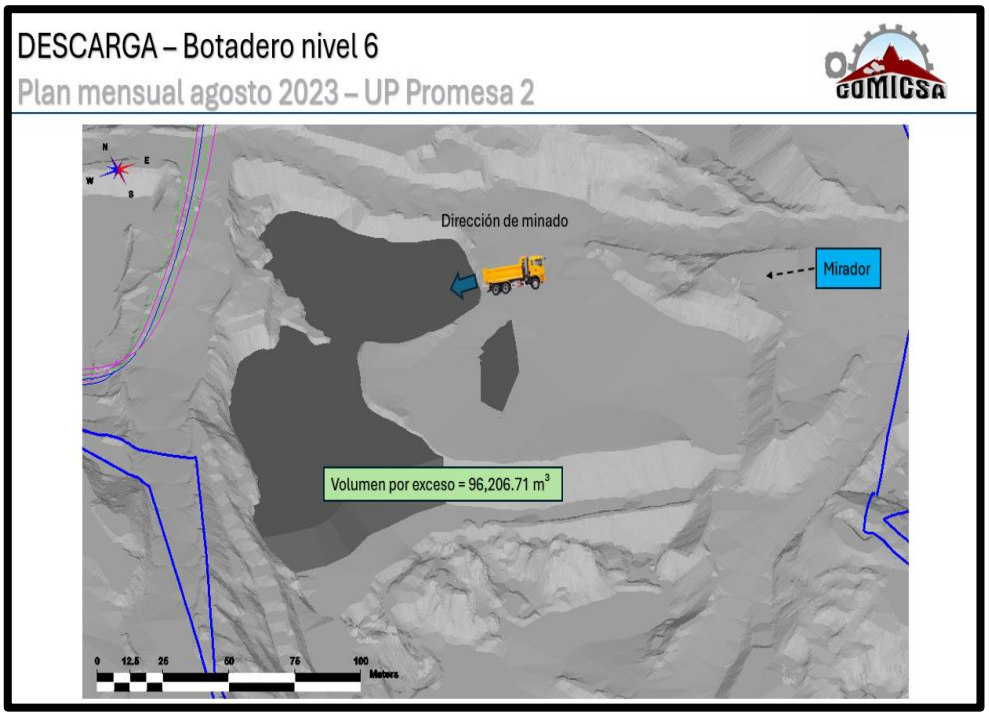
						TIEMPOS EN MINUTOS						
PRODUCTO	VOLQUETE	ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (IDA Y VUELTA) MT	DISTANCIA (IDA Y VUELTA) KM	CARGUIO VOLQ	RECORRIDO DE IDA	DESCARGA MATERIAL	RECORRIDO DE RETORNO	RECORRIDO X VIAJE MINT	RECORRIDO X VIAJE EN HR	VIAJES X HR
DESMONTE	V1	TAJO LINDA	NIVEL 6	1,184.00	1.18	2.12	4.44	0.41	3.38	10.35	0.17	5.8
DESMONTE	V2	TAJO LINDA	NIVEL 6	1,184.00	1.18	2.12	4.44	0.41	3.38	10.35	0.17	5.8
VIAJES/HORA												11.6

FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 27 — Plan de minado - agosto 2023 (Corte mensual)

En la figura 28, se puede observar la topografía que delimita el tajo principal, marca la cresta del talud y la banqueta (toe y pie de talud) del nivel 240, cortar desmonte conformando la rampa de acceso descendiente del tajo principal del nivel 240 al nivel 233, la distancia de acarreo del desmonte de ida y vuelta es de 1,184 m con un promedio de 10.3 viajes/hr, programa de corte de 16,790.12 m^3, horas programadas de excavadora de 122.56 hr y 1455 viajes de desmonte.

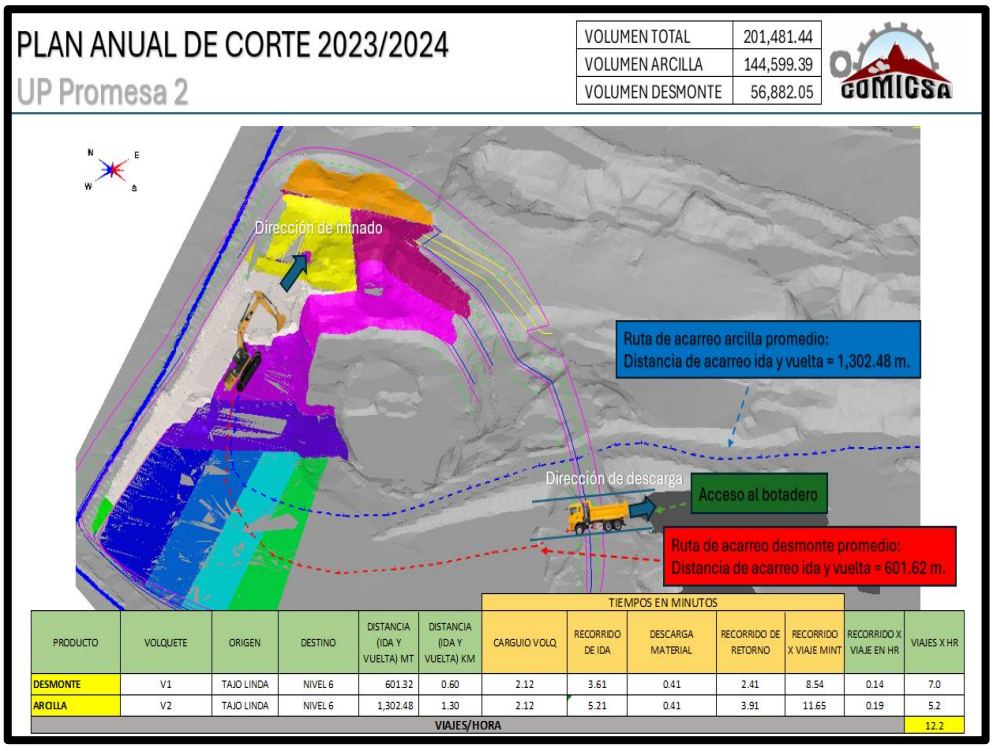
Repositorio Institucional - UNAMBA Perú



FUENTE: Elaboración propia

Figura 28 — Plan de minado - agosto 2023 (Botadero)

En la figura 29, se puede observar la topografía marca el límite del botadero del nivel 214 y la capacidad del botadero es de 96,206.71 m^3.



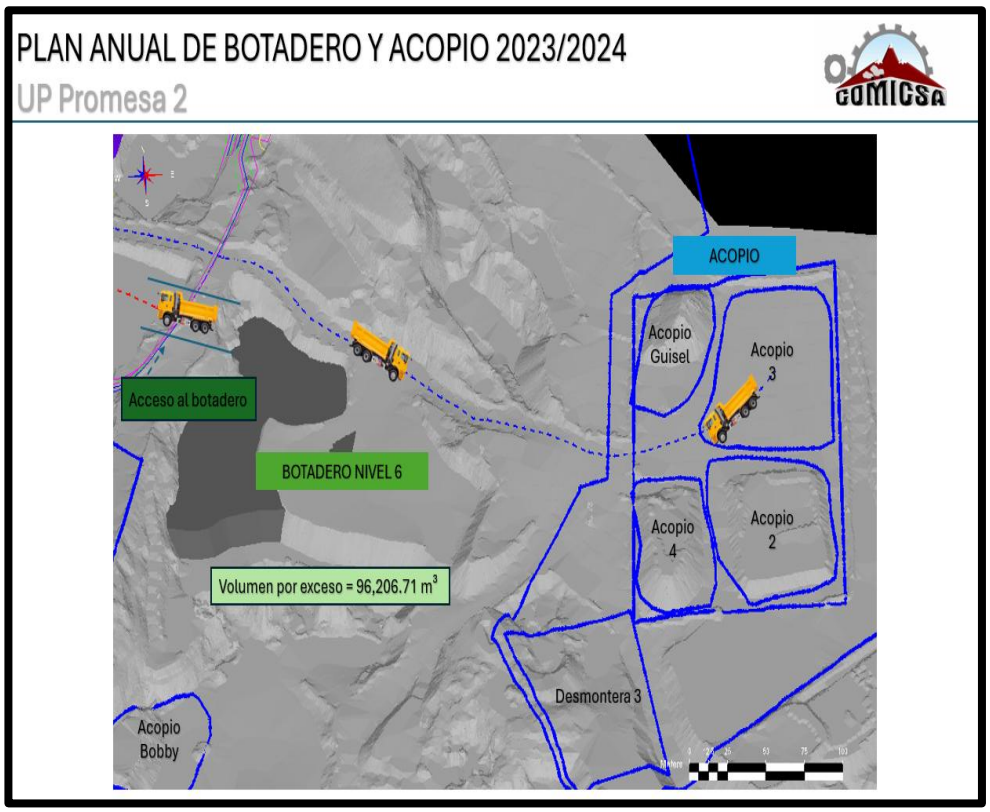
						TIEMPOS EN MINUTOS						
PRODUCTO	VOLQUETE	ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (IDA Y VUELTA) MT	DISTANCIA (IDA Y VUELTA) KM	CARGUIO VOLQ.	RECORRIDO DE IDA	DESCARGA MATERIAL	RECORRIDO DE RETORNO	RECORRIDO X VIAJE MINT	RECORRIDO X VIAJE EN HR	VIAJES X HR
DESMONTE	V1	TAJO LINDA	NIVEL 6	601.32	0.60	2.12	3.61	0.41	2.41	8.54	0.14	7.0
ARCILLA	V2	TAJO LINDA	NIVEL 6	1,302.48	1.30	2.12	5.21	0.41	3.91	11.65	0.19	5.2
VIAJES/HORA												12.2

FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 29 — Plan de minado anual de corte 2023/2024 - Corte mensual

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

En la figura 30, se puede observar el programa anual que corresponde al mes de agosto 2023 y al mes de julio 2024, los primeros 5 meses se saca puro desmonte hasta el nivel 230 conformando la rampa principal, los próximos 7 meses se corta arcilla y desmonte hasta el nivel 220, donde hay más presencia de desmonte; se corta desmonte hasta el nivel 222, ya que se va encontrar el afloramiento de arcilla; cada programa mensual corresponde de 16,790.12 m^3 con 122.56 hr de excavadora y 1455 viajes, la distancia promedio de acarreo de arcilla de ida y vuelta es de 1,302.48 m, teniendo un rendimiento de 10.4 viajes/hora, y la del desmonte es de 601.62 m, teniendo un rendimiento de 14 viajes/hora; el volumen a cortar total es de 201,481.44 m^3, volumen de arcilla es de 144,599.39 m^3 y volumen de desmonte es de 56,882.05 m^3.



FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 30 — Plan anual de botadero y acopio 2023/2024 - corte mensual

En la figura 31, se puede observar que el botadero tiene una capacidad de 96,206.71 m3, el acopio tiene una capacidad de 34,846.15 m3 y la topografía marca el límite del botadero.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

5.1.2.3 Gestión de equipos y transporte.

Para ejecutar el plan de minado se presenta la programación mensual en la siguiente tabla.

Tabla 11 — Programa mensual de explotación 2023

UEA/UP	Promesa 2	Mes	Agosto
Despachos (t)	21,000.00	P.E	1.62
Arcilla (m3)	10,494.00	Ratio (D/M)	3/5
Desmonte (m3)	6,296.00	Total Volumen	16,790.12
Descripción	Arcilla	Desmonte	Totales
Volumen de corte (m3)	10,493.83	6,296.30	16,790.12
Viajes internos (und)	909.00	546.00	1,455.00
Excavadora (H-M)	76.60	45.96	122.56
Tiempo (días)	12.00	7.00	19.00
Excavadora por día (H-M)	6.38	6.57	
Viajes por día (und)	76.00	78.00	
Viajes por hora (und)	11.87	11.87	
Tajo	Linda Alta	Linda Alta	
Zona	Sur	Sur	
Nivel (msnm)	250.00	230.00	
Parámetro		Valor	Unidades
Altura de banco		10	m
Ancho de banqueta		2	m
Talud de banco		60°	grados
Cota máxima		250	msnm
Cota mínima		230	msnm
FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023			

El titular minero da el programa mensual para que se pueda explotar 16,790.12 m^3, teniendo que ejecutar con una ratio de 3/5 desmonte y mineral respectivamente equivalente a 909 viajes de arcilla y 546 viajes de desmonte con 2 volquete de 15 m^3, con 122.56 hr de excavadora que cubre el costo de operación.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

5.1.3 Analizar los tiempos relacionados con los equipos utilizados en el área de extracción en la Cantera U.P. Promesa 2

Con respecto al tercer objetivo específico se analizó los tiempos relacionados con los equipos utilizados en el área de extracción en la Cantera U.P. Promesa 2, teniendo en cuenta a los meses de agosto a diciembre del periodo 2023, de enero a julio del periodo 2024 y julio del 2025

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 12 — Tiempos con plan de minado - 2023

Producto	Volquete	Distancia (m)	Distancia (km)	Carguío	Recorrido (ida)	Descarga	Recorrido (retorno)	Tiempo muerto	Recorrido x viaje (min)	Recorrido x viaje (hr)	Viajes x hr	2° volquete	Viaje	Excavadora (hr)	Total (hr)
Desmonte	V1	1,184.12	1.18	1.90	3.75	1.25	2.45	2.51	11.86	0.20	5.1	10.1	728	71.95	143.80
Desmonte	V2	1,184.12	1.18	1.90	3.75	1.25	2.45	2.51	11.86	0.20	5.1	10.1	727	71.85	
Desmonte	V1	853.16	0.85	1.93	2.84	1.27	2.05	1.79	9.88	0.16	6.1	12.1	728	59.94	119.80
Desmonte	V2	853.16	0.85	1.93	2.84	1.27	2.05	1.79	9.88	0.16	6.1	12.1	727	59.86	
Desmonte	V1	802.45	0.80	1.95	2.67	1.25	1.93	1.56	9.36	0.16	6.4	12.8	728	56.78	113.49
Desmonte	V2	802.45	0.80	1.95	2.67	1.25	1.93	1.56	9.36	0.16	6.4	12.8	727	56.71	
Desmonte	V1	767.76	0.77	1.92	2.56	1.26	1.84	1.34	8.92	0.15	6.7	13.5	728	54.11	108.16
Desmonte	V2	767.76	0.77	1.92	2.56	1.26	1.84	1.34	8.92	0.15	6.7	13.5	727	54.04	
Desmonte	V1	721.48	0.72	1.98	2.42	1.25	1.79	1.19	8.63	0.14	7.0	13.9	728	52.36	104.64
Desmonte	V2	721.48	0.72	1.98	2.42	1.25	1.79	1.19	8.63	0.14	7.0	13.9	727	52.28	

FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

En la tabla 12, se puede observar los tiempos con plan de minado del periodo 2023, donde el producto es desmonte, asimismo, se observa el tipo de volquete, distancia en metros y kilómetros, carguío, recorrido ida y retorno, descarga, tiempo muerto, entre otros, de tal manera que

para el mes de agosto se obtuvo un total de 143.80, en el mes de setiembre fue de 119.80, en el mes de octubre fue de 113.49, en el mes de noviembre fue de 108.16 y en el mes de diciembre fue de 104.64.

Tabla 13 — Tiempos con plan de minado (2024-2025)

Producto	Volquete	Distancia (m)	Distancia (km)	Carguío	Recorrido (ida)	Descarga	Recorrido (retorno)	Tiempo muerto	Recorrido x viaje (min)	Recorrido x viaje (hr)	Viajes x hr	2° volquete	Viaje	Excavadora (hr)	Total
Arcilla	V1	1,467.41	1.47	2.12	3.48	1.30	2.78	2.10	11.78	0.20	5.1	10.2	562	55.17	121.85
Desmonte	V2	853.16	0.85	1.97	2.56	1.26	2.05	1.12	8.96	0.15	6.7	13.4	893	66.68	
Arcilla	V1	1.424.98	1.42	2.14	3.34	1.32	2..67	1.70	11.17	0.19	5.4	10.7	614	57.15	118.06
Desmonte	V2	802.45	0.80	1.99	2.41	1.26	1.93	1.10	8.69	0.14	6.9	13.8	841	60.90	
Arcilla	V1	1,381.53	1.38	2.11	3.22	1.34	2.58	1.90	11.15	0.19	5.4	10.8	593	55.10	115.73
Desmonte	V2	767.76	0.77	2.02	2.30	1.23	1.84	1.05	8.44	0.14	7.1	14.2	862	60.63	
Arcilla	V1	1,342.15	1.34	2.40	3.10	1.39	2.48	1.88	11.25	0.19	5.3	10.7	634	59.44	116.36
Desmonte	V2	721.48	0.72	2.10	2.16	1.23	1.73	1.10	8.32	0.14	7.2	14.4	821	56.92	
Arcilla	V1	1,304.84	1.30	2.46	3.00	1.34	2.40	1.73	10.93	0.18	5.5	11.0	708	64.49	114.97
Desmonte	V2	694.43	0.69	2.09	2.08	1.24	1.67	1.03	8.11	0.14	7.4	14.8	747	50.48	
Arcilla	V1	1.273.27	1.27	2.39	2.90	1.40	2.32	1.71	10.72	0.18	5.6	11.2	691	61.73	112.45
Desmonte	V2	657.79	0.66	2.15	1.98	1.26	1.58	1.00	7.97	0.13	7.5	15.1	764	50.72	
Arcilla	V1	1,233.79	1.23	2.44	2.81	1.39	2.25	1.67	10.56	0.18	5.7	11.4	755	66.44	111.12
Desmonte	V1	639.65	0.64	2.11	1.92	1.25	1.54	0.84	7.66	0.13	7.8	15.7	700	44.68	

FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

En la tabla 13, se puede observar los tiempos con plan de minado del periodo 2024-2025, donde el producto es arcilla y desmonte, asimismo, se observa el tipo de volquete, distancia en metros y kilómetros, carguío, recorrido ida y retorno, descarga, tiempo muerto, entre otros, de tal manera que para el mes de enero se obtuvo un total de 121.85, en el mes de febrero fue de 118.06, en el mes de marzo fue de 115.73, en el mes de abril fue de 116.36, en el mes de mayo fue de 114.97, en el mes de junio fue de 112.45 y en el mes de julio del periodo 2024 y 2025 fue de 111.12.

5.2 Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que la implementación del plan de minado a corto plazo mediante el software MinePlan contribuyó de manera significativa a la optimización de los tiempos operativos en la Cantera U.P. Promesa 2. En ese sentido, los hallazgos permiten sostener que una adecuada planificación minera de corto plazo no solo mejora la organización de las actividades extractivas, sino que también favorece el uso eficiente de los recursos, la reducción de tiempos improductivos y el cumplimiento de la producción programada.

La implementación del plan de minado a corto plazo mediante el software MinePlan permitió optimizar los tiempos operativos en la Cantera U.P. Promesa 2. Antes de su aplicación, la operación presentaba deficiencias relacionadas con recorridos variables, tiempos de viaje elevados y un mayor consumo de horas operativas, lo que evidenciaba la ausencia de una planificación técnica adecuada.

Luego de la implementación del plan de minado, se logró organizar de manera más eficiente la secuencia de explotación, programar los volúmenes de arcilla y desmonte, mejorar las vías de acceso y rediseñar áreas complementarias como la desmontara. Esto permitió un mejor control de la operación y una adecuada continuidad en el abastecimiento a planta.

Asimismo, se observó una reducción progresiva en los tiempos operativos de los equipos y una mejora en el rendimiento del ciclo de acarreo, expresada en menores tiempos de ida y retorno, así como en un mayor número de viajes por hora. Estos hallazgos confirman que la planificación minera de corto plazo influye positivamente en la eficiencia operativa.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Los resultados coinciden con los antecedentes revisados, como Ramírez (2020), quien concluyó que el planeamiento de minado permite optimizar el ciclo operativo y mejorar la rentabilidad de cantera, y con Barrios (2023), quien resalta que la planificación y el control de la flota de volquetes permiten identificar cuellos de botella y elevar la eficiencia del acarreo. También concuerdan nuevamente con Pimentel (2020), en el sentido de que un secuenciamiento adecuado reduce tiempos improductivos y contribuye al cumplimiento del programa operativo. En consecuencia, las evidencias de la U.P. Promesa 2 demuestra que la optimización de tiempos no fue producto del azar, sino del rediseño técnico de la explotación y del ordenamiento de los ciclos de trabajo a partir del plan de minado, los cuales sostienen que un adecuado planeamiento minero reduce tiempos improductivos, mejora el uso de los equipos y contribuye al cumplimiento de las metas de producción. En consecuencia, se concluye que la implementación del plan de minado con MinePlan constituye una herramienta eficaz para optimizar tiempos y fortalecer la productividad en la Cantera U.P. Promesa 2.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La implementación del plan de minado a corto plazo mediante el software Mineplan influyó positivamente en la optimización de los tiempos operativos de la cantera U.P. Promesa 2, permitiendo una mejor planificación y secuenciamiento de las actividades extractivas. Como resultado, los tiempos operativos promedio se redujeron de 136.46 horas a 115.02 horas, evidenciando una mejora significativa en la eficiencia de la operación minera

Se determinó que el plan de minado a corto plazo mejoró los parámetros operacionales de la cantera, debido a que permitió establecer adecuadamente el diseño de explotación, la distribución de los frentes de trabajo, las rutas de acarreo y las condiciones operativas necesarias para desarrollar una explotación ordenada y eficiente, contribuyendo al cumplimiento de la programación establecida

Se comprobó que la implementación del plan de minado a corto plazo mejoró el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, debido a una mejor distribución de actividades, reducción de tiempos improductivos y optimización de las rutas operativas, incrementando la eficiencia operativa de los equipos utilizados en la cantera.

Se verificó que el plan de minado a corto plazo contribuyó a la reducción del sobretiempo del personal, debido a que las actividades fueron programadas y controladas de manera más eficiente, disminuyendo retrasos operativos y evitando la prolongación innecesaria de las jornadas laborales.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda a la Compañía Minera Las Camelias S.A.C. mantener la aplicación del plan de minado a corto plazo mediante el software Mineplan, actualizando periódicamente la

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

información topográfica y operativa para asegurar la continuidad de los beneficios obtenidos en la optimización de los tiempos operativos.

Se recomienda realizar un monitoreo permanente de los parámetros operacionales de la cantera, verificando el cumplimiento de los diseños de explotación, pendientes de vías, anchos de acceso y condiciones de trabajo establecidas en el plan de minado.

Se recomienda implementar indicadores de control para evaluar continuamente el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, permitiendo identificar desviaciones operativas y ejecutar acciones correctivas oportunamente.

Se recomienda fortalecer la programación diaria y semanal de las operaciones, con el fin de minimizar horas extras, optimizar la utilización de recursos y garantizar el cumplimiento de los objetivos de producción sin generar sobretiempos innecesarios.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANCHIRAICO, A. (2021). *Planeamiento de minado a corto plazo*. Scribd. https://acortar.link/cHP3Hg

ANDAGUA, M. (2018). *Reservas de mineral*. Scribd. https://acortar.link/3hmfjO

APESTEGUI, J. (2022). *Planeamiento de minado para incrementar la producción en la Cantera de Piedra Caliza La Esperanza Nueva II-2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio UNASAM. https://acortar.link/Ab4OVa

BARRIOS, E. (2023). *Elaboración, ejecución y seguimiento de un plan de minado de una flota de volquetes en la extracción de óxido de alta ley en la mina superficial en Marcona-Ica-Perú* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP. https://acortar.link/rnd3zI

CABALLERO, L. (24 de octubre de 2021). *Botadero de desmonte*. Scribd. https://acortar.link/93hEdB

CACHI, M. (2020). *Implementación del plan de minado en la cantera de yeso de la comunidad campesina San Pedro de Mórrope para incrementar la producción - Concesión Salmueras Sudamericanas S.A., Lambayeque-2020* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio UPN. https://acortar.link/zXL5v9

CASTREJON, N. y GAMONAL, D. (2021). *Plan de minado para incrementar la producción de roca caliza en la Concesión Minera No metálica Juan de Dios I, Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. https://acortar.link/rj0K2Q

CIPRIANO, A., HUETE, A., NINAQUISPE, M., CASTRO, S. y BARDALES, L. (2024). Optimización y control de la medición de tiempos en el ciclo de transporte minero: Mejores prácticas y estrategias. *CICIC*, 289-295. https://acortar.link/0P6ga6

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

CONDORI, F., FUENTES, E., QUISPE, CH., MAMANI, K. y RAMOS, Z. (2020). *Planeamiento a largo plazo*. Universidad Nacional de Moquegua. https://acortar.link/mf65GG

CONDORI, S. (2019). *Implementación de un planeamiento de minado a cielo abierto con uso del software minesight para alcanzar la producción óptima mediante la evaluación de las características geotécnicas en la Unidad Minera María 2-Moquegua* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Moquegua]. Repositorio UNAM. https://acortar.link/82MZe4

INGEMMET. Revisión y actualización de los cuadrángulos de Mala (26-j), Lurín (25-j) y Lima (25-i). Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2003.

EDITORIAL ETECÉ. (2024). *Tiempo*. https://acortar.link/NkTqau

EDITORIAL ETECÉ. (2024). *Topografía*. https://acortar.link/iBM2Km

GOBIERNO DE MÉXICO. (25 de mayo de 2022). *Rampas de emergencia para frenado*. https://acortar.link/3R9HP0

GORMAS, R. y LOPEZ, H. (2022). *Propuesta de un plan de minado para incrementar la productividad en una cantera no metálica en Cajamarca 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio UPN. https://acortar.link/NvDHFi

GUTIERREZ, A. (2022). *Software minero Mineplan y su influencia en el diseño de plan de minado de la concesión minera New Mining-Huancavelica-2020* [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Continental. https://acortar.link/BVw6eA

HEXAGON. Evaluación, planeamiento y diseño: Hexagon MinePlan [en línea]. 2026 [consulta: 7 septiembre 2026]. Disponible en: sitio web oficial de Hexagon.

HEXAGON. Hexagon MinePlan para ingeniería a corto plazo para mina a cielo abierto [en línea]. 2026 [consulta: 7 septiembre 2026]. Disponible en: sitio web oficial de Hexagon.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

IIMP. (12 de mayo de 2022). *Experto de Chinalco recomienda el tiempo adecuado para el mantenimiento de equipos y maquinarias mineras*. https://acortar.link/0us1BW

MACERE. (11 de abril de 2023). *Canteras Mexicanas*. https://acortar.link/n6K1QV

MARIÑO, E. y YAMUNAQUE, B. (2022). *Planeamiento de minado a corto plazo para incrementar la producción en la veta El Inca-Minera Pallasca* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. https://acortar.link/4VO8Fl

MARTÍNEZ, G. (8 de mayo de 2021). *Banquetas-Muros y Taludes Reforzados*. Scribd. https://acortar.link/D2YdGL

MAYTA, C. y SALAZAR, I. (2018). Uso de herramientas TIC en investigación científica de los estudiantes de administración en la UNAS-Tingo María. *Investigación y Amazonía, 8* (5), 40-47. https://acortar.link/QvAJg5

MINERÍA SOSTENIBLE DE GALICIA. (6 de junio de 2022). El 45% de economía mundial está impulsada por el sector minero. Cámara Oficial Mineira de Galicia. https://acortar.link/HmQgX2

MUGUIRA, A. (2024). *Tipo de muestreo: Cuáles son y en qué consisten*. QuestionPro. https://acortar.link/ah7Ows

NARVAEZ, M. (2024). *Gestión del tiempo en el trabajo: Qué es y cómo lograrla*. https://acortar.link/UhbZYY

NAVARRO, V., MATEUS, G., MARTINS, A., CARNEIRO, W. y CHAVES, L. (2020). Integrated optimization and simulation models for short-term open-pit mine planning. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 120* (11). https://acortar.link/pRR4nw

NUBE MINERA (Agosto de 2022). *Elementos de diseño de un rajo*. https://acortar.link/o34tbn

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

NÚÑEZ, K. (2021). *Diseño y planificación minera de la cantera "José", código 401800, para la extracción de materiales de construcción* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio UCE. https://acortar.link/dBNnjO

OCHOA, J. y YUNKOR, Y. (2019). El estudio descriptivo en la investigación científica. *Acta Jurídica Peruana, 2* (2). https://acortar.link/FciEC9

ORTEGA, C. (2025). *¿Qué es la investigación documental?*. QuestionPro. https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-documental/

PIMENTEL, E. (2020). *Secuenciamiento del plan de minado a corto plazo para optimizar el método de explotación de taladros largos en la mina Raúl, compañía minera Condestable, Southern Peaks Mining Cañete-Lima 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. Repositorio UNAMBA. https://acortar.link/ZPXVW2

RAMÍREZ, A. (2020). *Plan de minado para optimizar la explotación de agregados en la cantera Astramacon - Ferreñafe 2018* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. https://acortar.link/LR81fW

RAMÍREZ, C. (2023). *Canchas y tolvas de almacenamiento*. Slideshare. https://acortar.link/2Rijmt

ROJAS, L. (2022). *Desarrollo del plan de minado de corto plazo eficiente y operativo en una operación minera a tajo abierto* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio UNI. https://acortar.link/uYe5Yk

SEAT. (2024). *Ángulo de rampa*. https://acortar.link/hhd0Gf

TICLLASUCA, E. (2019). *Planeamiento de minado a corto plazo para optimizar la producción en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.* [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Continental. https://acortar.link/LBGV4y

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

TIMUÑO, E. (2022). *Diseño de explotación de materiales de concreto y cierre de mina en la concesión minera San Carlos, ubicada en la parroquia de Lloa, Quito-Pichincha* [Tesis de pregrado, Universidad Central de Ecuador]. Repositorio Institucional UCE. https://acortar.link/r5E2ZQ

TORRES, A. (2018). *Desarrollo del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional en base a la norma ISO 45001 para la empresa Nelisa Catering* [Tesis de pregrado, Universidad Internacional SEK]. Repositorio Institucional UISEK. https://acortar.link/ADqBcc

VILLACORTA, H. (2019). *Planeamiento de minado corto plazo de la Unidad Minera Tahoe Perú-La Arena-Trujillo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional UNSAAC. https://acortar.link/6tPC0S

VODALAND. (9 de mayo de 2022). *¿Qué es un talud y cómo reforzarlo?* https://acortar.link/4MsZQT

WESTREICHER, G. (21 de junio de 2020). *Población: Qué es y cómo se estudia*. Economipedia. https://acortar.link/edRIx

ZEVALLOS, A. y PALOMINO, J. (2023). *Planeamiento de minado a corto plazo en la optimización de la producción nivel 780 zona II, Unidad Minera San Cristóbal-Junín 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio UNH. https://acortar.link/I3FSUI.

WALPOLE, Ronald E.; MYERS, Raymond H.; MYERS, Sharon L. y YE, Keying. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. 9. ed. México: Pearson Educación, 2012. ISBN 978-607-32-1495-0.

ANEXOS

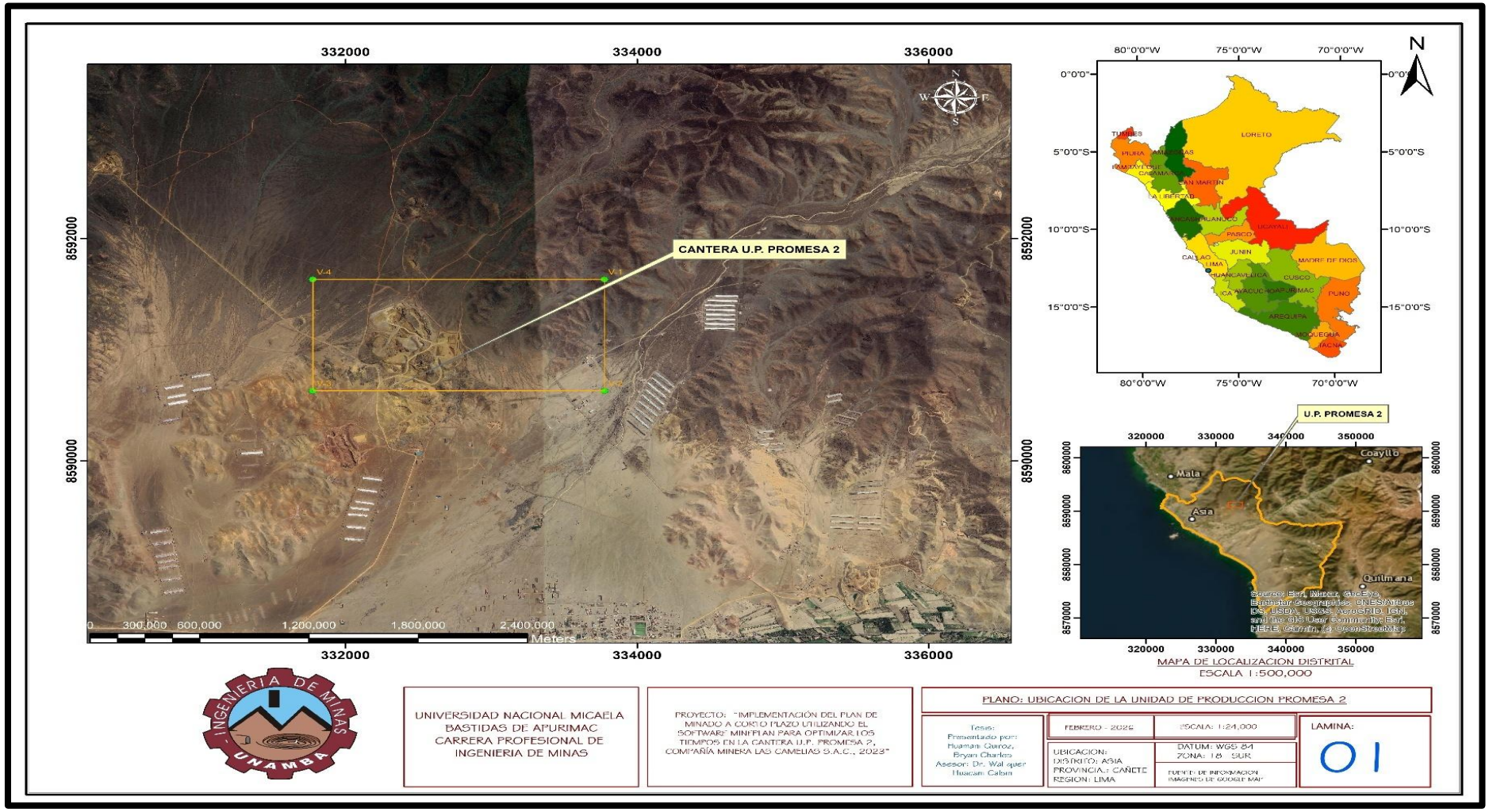
Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Anexo A
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 14 — Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Metodología
Problema general ¿Cómo influye la implementación del plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan para optimizar los tiempos operativos en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. - Lima, 2023? **Problemas específicos** • ¿De qué manera el plan de minado a corto plazo influye en los parámetros operacionales en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. - Lima, 2023? • ¿En qué medida el plan de minado a corto plazo mejora el rendimiento de equipo en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. - Lima, 2023? • ¿Cómo influye el plan de minado a corto plazo en la reducción de sobretiempo en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023?	**Objetivo general** ¿Determinar la influencia de la implementación del plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan en la optimización de los tiempos operativos en la Cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023? **Objetivos específicos** • Determinar de qué manera el plan de minado a corto plazo influye en los parámetros operacionales en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023. • Evaluar en qué medida el plan de minado a corto plazo mejora el rendimiento de los equipos en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023. • Analizar la influencia del plan de minado a corto plazo en la reducción del sobretiempo en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023.	**Hipótesis general** La implementación del plan de minado a corto plazo utilizando el software Mineplan optimiza significativamente los tiempos operativos en la Cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023. **Hipótesis específicas** • El plan de minado a corto plazo influye significativamente en la mejora de los parámetros operacionales en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023. • El plan de minado a corto plazo mejora eficientemente el rendimiento de los equipos en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023. • El plan de minado a corto plazo reduce significativamente el sobretiempo en la cantera U.P. Promesa 2, Compañía Minera Las Camelias S.A.C. – Lima, 2023.	**Tipo** Aplicada **Nivel** Descriptivo **Diseño** No experimental **Población** Su población de estudio es la Compañía Minera Las Camelias S.A.C. **Muestra** La muestra es el área de extracción en la Cantera U.P. Promesa 2 de la Compañía Minera Las Camelias S.A.C.

Anexo B
PLANOS



FUENTE: Unidad Minera Promesa 2, 2023

Figura 31 — Plano de ubicación