

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

Aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de
la Rampa 440 Unidad Operativa Cuatro Horas Arequipa 2023

Presentado por:

Javier Ramos Tencco

Yhonny Strymder Carrasco Taipe

Para optar el Título de Ingeniero de Minas

Abancay, Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



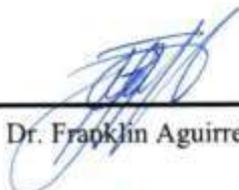
TESIS

“APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA BENCHMARKING EN LA
OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES MINERAS DE LA RAMPA 440 UNIDAD
OPERATIVA CUATRO HORAS AREQUIPA 2023”

Presentado por **JAVIER RAMOS TENCCO** y **YHONNY STRYMDER CARRASCO**
TAIPE, para optar el Título de:
INGENIERO DE MINAS

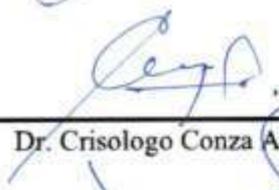
Sustentado y aprobado el 04 de junio del 2024, ante el jurado evaluador:

Presidente:



Dr. Franklin Aguirre Huillcas

Primer Miembro:



Dr. Crisologo Conza Ancaypuro

Segundo Miembro:



Dr. German Rafael Espinoza Rivas

Asesor:



Ing. Edgar Crispin Huacac Farfán

Agradecimiento

Primero, agradezco a Dios por darme la vida y permitirme cumplir con todas mis metas y anhelos brindándome sabiduría y fuerza para culminar esta etapa académica.

Agradezco a mi padre por la compañía y dedicación constante durante mi crecimiento y formación; así mismo agradezco a mi madre que desde el cielo me acompaña y me guía en mi camino hacia mi logro profesional anhelado.

Javier Ramos Tencco

Agradezco a la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a mi Escuela Profesional de Ingeniería de Mina, por brindarme los conocimientos a la cual me debo y soy profesional.

A la Minera aurífera Cuatro de Enero (MACDESA), Gerente de Operaciones Ing. Nilo Castañeda Rojas, quien me brindo todas las facilidades para el desarrollo de mi tema de investigación con la finalidad de optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas.

Yhonny Strymder Carrasco Taipe



Dedicatoria

Esta tesis dedico con mucho cariño a mi padre Nicanor Ramos Anampa y a mis hermanos Fritz y Kevin, quienes han sido un soporte en mi formación académica y profesional, brindándome su apoyo incondicional en todo momento. Depositando su entera confianza, en cada reto que se me ha presentado. Es por ello que he podido ir avanzando y llegar a la meta realizando mis sueños.

Javier Ramos Tencco

Con cariño esta investigación dedico a mis padres Dalmicio Carrasco Melgarejo y Maruja Taipe Ñahui quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Yhonny Strymder Carrasco Taipe



“Aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023”

línea de investigación: Minería y procesamiento de minerales

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

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.....	6
CAPÍTULO II	7
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	7
2.1 Objetivos de la investigación	7
2.2.1 Objetivo general	7
2.2.2 Objetivos específicos.....	7
2.2 Hipótesis de la investigación	8
2.2.3 Hipótesis general	8
2.2.4 Hipótesis específicas	8
2.3 Operacionalización de variables	9
CAPÍTULO III	10
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	10
3.1 Antecedentes	10
3.1.1 A nivel internacional	10
3.1.2 A nivel nacional	12
3.2 Marco teórico	15
3.2.1 Gestión administrativa.....	15
3.2.1.1 Empresa	15
3.2.1.2 Planeamiento operacional.....	15
3.2.1.3 Aseguramiento operacional	15
3.2.1.4 Control operacional	16
3.2.1.5 Benchmarking.....	16
3.2.2 Parámetros técnicos.....	20
3.2.2.1 Geomecánica	20



3.2.2.1.1	Clasificaciones geomecánicas	20
3.2.2.1.1.1	Clasificación geomecánica RMR de Bieniawski.....	20
3.2.2.1.2	El índice de calidad de la Roca (RQD).....	24
3.2.2.1.3	Clasificación geomecánica de Barton.....	25
3.2.2.2	Hidrogeología.....	31
3.2.2.3	Equipos	31
3.2.2.4	Servicios	31
3.2.3	Controles operacionales	31
3.2.3.1	Eficacia.....	31
3.2.4	Operaciones unitarias	31
3.2.4.1	Perforación.....	31
3.2.4.2	Voladura	32
3.3	Marco conceptual.....	33
CAPÍTULO IV.....		35
METODOLOGÍA.....		35
4.1	Tipo y nivel de investigación.....	35
4.2	Diseño de la investigación	35
4.3	Descripción ética de la investigación.....	35
4.4	Población y muestra.....	36
4.5	Procedimiento	36
4.6	Técnica e instrumentos	36
4.7	Análisis estadístico.....	37
CAPÍTULO V		38
RESULTADOS Y DISCUSIONES		38
RESULTADOS.....		38
5.1	Determinación de la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en la gestión administrativa para la optimización de las operaciones mineras de la Rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023	38
5.2	Determinación de la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en los controles operacionales para la optimización de las operaciones mineras de la Rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023	42
5.2.1	Resultados de las propiedades físicas de la labor.....	42
5.3	Determinación de la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en las operaciones unitarias para la optimización de las operaciones mineras de la Rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023	44
5.3.1	Estimación de los costos de operaciones unitarias en la ejecución de la rampa ..	44



5.4	Determinación de la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la Rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023	46
5.5.1.	Cálculo de la resistencia a la compresión uniaxial de matriz rocosa	46
5.4.1.1	Cálculo de la resistencia a la compresión simple de matriz rocosa mediante el martillo Schmidt	48
5.5.2.	Cálculo del RQD en la Rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas	50
DISCUSIONES		52
CAPÍTULO VI		54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		54
6.1	Conclusiones	54
6.2	Recomendaciones	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		57
ANEXOS		61



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 — Operacionalización de variables.....	9
Tabla 2 — Parámetro de resistencia de la roca sana en (MPa)	23
Tabla 3 — Resistencia a la compresión simple de los diferentes tipos de roca	23
Tabla 4 — Valoración del índice de calidad de R.Q.D.	25
Tabla 5 — Valoración del número de discontinuidades.....	28
Tabla 6 — Factor de corrección JSF a RQD	38
Tabla 7 — Valores de Ks para el tipo de roca.....	39
Tabla 8 — Relación de la dureza de la roca con el coeficiente.....	40
Tabla 9 — Dureza de la roca y distancia entre los taladros	41
Tabla 10 — Resultados de propiedades físicas del macizo rocoso de la Rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas	43
Tabla 11 — Resultados de ensayo a compresión uniaxial	46
Tabla 12 — Estimación de esfuerzo de compresión usando el martillo Schmidt de la rampa 440	48
Tabla 13 — Matriz de consistencia	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 — Clasificación y sus valoraciones para estimar el RMR	22
Figura 2 — Gráfico para resolver el parámetro de la resistencia a la compresión simple	24
Figura 3 — Gráfico de estimacion de la calidad de la roca.....	24
Figura 4 — Gráfico para determinar el índice RMR, para el parámetro R.Q.D.	26
Figura 5 — Evaluacion de la rugosidad de las discontinuidades	27
Figura 6 — Valoración del número de discontinuidades	27
Figura 7 — Valoración de coeficiente reductor por la presencia de agua.....	29
Figura 8 — Valoración de factor de reducción por tensiones	30
Figura 9 — Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo en la ejecución de la Rampa 440	44
Figura 10 — Costo directo de operaciones unitarias de la Rampa 440.....	45
Figura 11 — Abaco de correlación – Índice de rebote y UCS	49
Figura 12 — Valoracion del RMR	50
Figura 13 — Calculo de Q del macizo rocoso de la Rampa 440 Unidad operativa Cuatro horas	51
Figura 14 — Ejecución de la rampa se observa la sección de la rampa.....	63
Figura 15 — Equipos en la ejecución de la rampa	63
Figura 16 — Control topográfico en la ejecución de la rampa	64
Figura 17 — Control topográfico y geometrico de la rampa en la ejecución de la rampa.....	64
Figura 18 — Cuarteo de muestra para realizar la estimación de propiedades físicas	65
Figura 19 — Sección de la rampa con la debida instalación.....	65
Figura 20 — Sección de la rampa con la debida instalación.....	66
Figura 21 — Registro fotográfico después de la jornada en la ejecución de la rampa.....	66
Figura 22 — Registro fotográfico con vista panorámica	67
Figura 23 — Registro fotográfico con equipos en la ejecución de la rampa.....	68
Figura 24 — Resultados de ensayos de propiedades físicas	69

Figura 25 — Resumen de insumos y precios	70
Figura 26 — Analisis de costos unitarios.....	71
Figura 27 — Analisis de costos unitarios.....	71
Figura 28 — Plano de ubicación y topografico.....	72
Figura 29 — Plano de localizacion y accesibilidad.....	73
Figura 30 — Plano de perfil de la mina.....	74



INTRODUCCIÓN

La minería en el mundo ha tenido retos en buscar mecanismos de mejora continua en la gestión de sus operaciones mineras, llegando a tener retos y toma de decisiones para tomar rutas adecuadas en la ejecución de sus operaciones y en muchas a veces situaciones complejas, estas por lo que algunos parámetros influyen directamente en las operaciones mineras, siendo como el precio de los metales, recursos humanos, la coyuntura política, las relaciones comunitarias y entre otras.

Es así que según el Banco Mundial desde 1988, ha brindado asistencia técnica a 24 países a través de 41 proyectos que proponen reformas en el sector minero. Los cambios han contribuido a aumentar la inversión minera y mejorar los indicadores económicos relacionados, como exportaciones, ingresos fiscales y producto interno bruto (PIB) de los países receptores. El Banco Mundial promueve políticas y programas que fortalecen el buen gobierno y el desempeño ambiental y estimulan los vínculos del sector minero con el resto de la economía para asegurar que los beneficios sean generalizados y sostenidos.

La minería en nuestro país tiene deficiencias en la gestión minera, sobre todo las minas de mediana y pequeña minería, en pleno apogeo de la existencia de múltiples herramientas de gestión en minería existen modelos y teorías sobre mejora continua, como la gestión de benchmarking y otros, sin embargo aún persiste, la ejecución mediante políticas y concepciones tradicionales, si se plantean e implementan modelos de gestión, se darían posibles incertidumbres, de ruptura de procesos ya que están estandarizados durante años en la explotación de minas. Por ello mediante esta investigación titulada **“Aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023”**.

El presente trabajo de investigación propone diagnosticar la situación actual de la operación unitaria, mediante la herramienta benchmarking se busca mejorar las operaciones unitarias, en la ejecución de la de la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023.

El benchmarking funciona como una herramienta de medida de análisis interno y/o externo, trabaja considerando objetivos identificando factores para medir o cuantificar elementos como la perforación, voladura de rocas, acarreo de material roto, sostenimiento y abastecimientos, siendo estas los servicios auxiliares. Usando parámetros de medición como el KPI (key, performance y Indicators) y a lo largo de los resultados analiza la información y toma parámetros como : Identificación, medición, análisis y aplicación de las operaciones unitarias de la presente investigación.



Para ello el siguiente estudio, se encuentra estructurado de los siguientes principales capítulos; el Capítulo I, referidos al planteamiento del problema, el Capítulo II, a los objetivos e hipótesis; el capítulo III, que corresponde a los antecedentes, marco teórico y marco conceptual; el Capítulo IV, corresponde al diseño de la metodología; el Capítulo V muestran los resultados y discusiones, finalmente el capítulo VI culmina con las conclusiones y recomendaciones.



RESUMEN

En el presente trabajo de investigación. “Aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 Unidad Operativa Cuatro Horas Arequipa 2023” tuvo como **objetivo** determinar la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras. Se aplicó el **método** descriptivo – explicativo de diseño experimental siendo la población la mina Cuatro Horas y la muestra la rampa 440. Se obtuvo **los resultados** RMR básico de 45 y un RMR corregido de 40, en condiciones secas se obtuvo un RMR de 50, en el que corresponde a la determinación de índice Q de Barton, se obtuvo un Q de 7.75 y un Q’ de 15.50. Finalmente la resistencia se calculó de dos maneras; mediante el ensayo de compresión uniaxial y por el ensayo del martillo de Schmidt. Obteniéndose para la compresión uniaxial valores de 135.26 MPa, 130,65 MPa y 125.30 MPa, haciendo un promedio de 130.40 MPa de resistencia. Mediante el ensayo del martillo Schmidt se obtuvo una resistencia de 117 MPa. La investigación **concluye**, según una herramienta de gestión se logra optimizar operaciones unitarias que siendo crucial la aplicación en la minería.

Palabras claves: autosoporte, clasificaciones geomecánicas, geomecánica, litología, roca.



ABSTRACT

In the present research work. "Application of the benchmarking tool in the optimization of mining operations of the ramp 440 Four Hours Operating Unit Arequipa 2023" had as objective to determine the relationship of application of the benchmarking tool in the optimization of mining operations. The descriptive - explanatory method of experimental design was applied being the population the Four Hours mine and the sample the ramp 440. The results obtained were a basic RMR of 45 and a corrected RMR of 40, in dry conditions a RMR of 50 was obtained, in which corresponds to the determination of Barton's Q index, a Q of 7.75 and a Q' of 15.50 were obtained. Finally, the resistance was calculated in two ways; by means of the uniaxial compression test and by the Schmidt hammer test. Values of 135.26 MPa, 130.65 MPa and 125.30 MPa were obtained for the uniaxial compression, making an average of 130.40 MPa of resistance. By means of the Schmidt hammer test, a resistance of 117 MPa was obtained. The research concludes that, according to a management tool, it is possible to optimize unitary operations, which is crucial for the application in mining..

Keywords: self-supporting, geomechanical classifications, geomechanics, lithology, rock.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Para el éxito de una empresa minera es fundamental desarrollar las fases de la actividad minera de manera secuencial y ordenada, en este contexto, la empresa “MACDESA” en la Unidad Operativa Cuatro Horas, planea ampliar sus reservas hacia las profundidades del yacimiento, para lo cual la empresa proyecta la rampa 440 negativa con el objetivo de ampliar sus reservas y hacerla accesible, para luego darle condiciones a la fase de la explotación del yacimiento con beneficios económicos, aprovechando esta infraestructura posteriormente como medio de transporte para la extracción del mineral a superficie.

En el desarrollo de este proyecto se ha identificado ciertos problemas que a continuación se describe, no se está poniendo la debida atención a la capacidad productiva de los distintos equipos con que cuenta la empresa, esto conlleva al no cumpliendo con las especificaciones geomecánicas del macizo rocoso de la rampa 440, de la misma manera se está incurriendo en los descontrolados administrativos, estas siendo la dirección y control, llegando a presentar deficiencias en los controles de rendimientos y en los estándares operacionales que comprometen la seguridad y los rendimientos económicos de la ejecución de la rampa 440.

Por consiguiente, se plantea la investigación intitulada, “Aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la Rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023”, este proyecto propone resolver los problemas identificados en los controles administrativos y operacionales, que implica la optimización de todas las operaciones y los costos aplicando la herramienta benchmarking, para lo cual se cuenta con la asistencia de la empresa.



1.2 Enunciado del Problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo influye la aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la Rampa 440 Unidad Operativa Cuatro Horas Arequipa 2023?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo influye la aplicación de la herramienta benchmarking en la gestión administrativa para la optimización de las operaciones mineras de la Rampa 440 Unidad Operativa Cuatro Horas Arequipa 2023?
- ¿Cómo influye la aplicación de la herramienta benchmarking en los controles operacionales en la optimización de las operaciones en la Rampa 440 Unidad Operativa Cuatro Horas Arequipa 2023?
- ¿Cómo influye la aplicación de la herramienta benchmarking en las operaciones unitarias en la optimización de las operaciones en la Rampa 440 Unidad Operativa Cuatro Horas Arequipa 2023?

1.2.3 Justificación de la investigación

Este estudio contribuirá en la aplicación del conocimiento y la gestión minera mediante la herramienta benchmarking, esta es muy beneficioso para la investigación, especialmente para la Unidad Operativa Cuatro Horas Arequipa, para poder identificar procesos y la mejor toma de decisiones en términos de tiempo, costo y puntos para mejorar las operaciones unitarias y que el proyecto de ejecución se ve desde un enfoque moderno con la práctica de herramientas de gestión y la toma decisiones de tiempos modernos.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.2.1 Objetivo general

Precisar la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la Rampa 440 Unidad Operativa Cuatro Horas Arequipa 2023.

2.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en la gestión administrativa para la optimización de las operaciones mineras de la Rampa 440 Unidad Operativa Cuatro Horas Arequipa 2023.
- Determinar la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en los controles operacionales en la optimización de las operaciones en la Rampa 440 Unidad Operativa Cuatro Horas Arequipa 2023.
- Determinar la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en las operaciones unitarias en la optimización de las operaciones en la Rampa 440 Unidad Operativa Cuatro Horas Arequipa 2023.



2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.3 Hipótesis general

Existe una concordancia importante entre la aplicación de la herramienta benchmarking con la optimización de las operaciones mineras de la Rampa 440 Unidad Operativa Cuatro Horas Arequipa 2023.

2.2.4 Hipótesis específicas

- Existe una relación significativa entre la aplicación de la herramienta benchmarking y la gestión administrativa para la mejora de las operaciones mineras de la Rampa 440 Unidad Operativa Cuatro Horas Arequipa 2023.
- Existe una relación significativa entre la aplicación de la herramienta benchmarking y los controles operacionales en la mejora de las operaciones en la Rampa 440 Unidad Operativa Cuatro Horas Arequipa 2023.
- Existe una relación significativa entre la aplicación de la herramienta benchmarking y las operaciones unitarias en la optimización de las operaciones en la Rampa 440 Unidad Operativa Cuatro Horas Arequipa 2023.



2.3 Operacionalización de variables

Variable independiente: Herramienta Benchmarking

Variable dependiente: Optimización de las Operaciones Mineras

Tabla 1 — Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLES		DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
INDEPENDIENTE	Herramienta Benchmarking	Es una herramienta de gestión para la optimización de procesos en una organización, empresa con fines de tener mejoras continuas.	Gestión administrativa Parámetros técnicos	<ul style="list-style-type: none"> - Empresa - Planeamiento operacional - Organización operacional - Dirección operacional - Control operacional - Geomecánicos - Geológicos - Hidrológicos - Equipos - Servicios
DEPENDIENTE	Optimización de las Operaciones Mineras	La optimización de las operaciones mineras se refiere a los mecanismos y técnicas en la reducción de tiempo, costo, recursos y entre otros para la mejor producción, de una determinada actividad minera, logrando reducir el tiempo y menor costo posible.	Controles operacionales Operaciones unitarias	<ul style="list-style-type: none"> - Eficacia - Eficiencia - Productividad - Competitividad - Costos - Perforación - Voladura - Limpieza - Acarreo - Sostenimiento



CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

3.1.1 A nivel internacional

- a) (DIAZ JIMENEZ, 2017) en su investigación: “**Benchmarking de sistemas de manejo de materiales implementados en la mina El Teniente y análisis del riesgo para la selección del manejo de materiales de un nuevo sector productivo**”, tuvo como **objetivo general** analizar los sistemas de manejo de materiales actualmente en operación en la mina El Teniente, considerando criterios de diseño de ingeniería, costos de capital y operación problemáticas operacionales y productividad, para finalmente obtener una comparación entre los diseños proyectados para cada uno de los sectores y la operación actual de los mismos. En base a este benchmarking se evalúan, en términos comparativos, los diseños seleccionados para los nuevos sectores productivos que conformarán el Plan de Desarrollo Alternativo (PDA) de la división, correspondientes a los proyectos A y B. En cuanto a la **metodología** el autor utilizó el método cuantitativo, obtuvo los **resultados** siguientes recopila información interna de la división referente al sistema de manejo de materiales de distintos sectores de la mina El Teniente, siendo estos: sector 1, sector 2, sector 3, sector 4, sector 5 y sector 6. Se comparan los costos de capital y operacionales estimados en su etapa de factibilidad, con los costos efectivamente realizados en la fase pre-operacional para los costos de capital y costos efectuados el año 2016 para los costos de operación. También, mediante un benchmarking, se comparan los distintos sistemas de los sectores mencionados, esto con el objetivo de reconocer las principales semejanzas y diferencias entre ellos, para posteriormente enmarcar con los proyectos A y B del PDA. finalmente **concluyó** que contextualizando lo realizado con los proyectos PDA, se observa cómo A y B son altamente competitivos en sus costos de operación. Poseen costos de capital más altos a otros sectores asociado a mayores estándares de construcción como también al cambio del criterio en la



definición de capital. Sin embargo, aun considerando lo anterior, hay una mejora en la eficiencia de capital en relación a las reservas comparándola con los últimos proyectos realizados por la división. Se sugiere poner atención en las estimaciones de costos de extracción y transporte intermedio, junto con profundizar este trabajo añadiendo aspectos geomecánicos.

- b) (PAEZ ARBELAEZ, y otros, 2019) en su investigación: “**Desarrollo de estrategias de benchmarking para empresas guayaquileñas exportadoras de productos agrícolas orientado al mercado europeo**”, tuvo como **objetivo general** desarrollar estrategias de Benchmarking para la mejora de la competitividad de empresas guayaquileñas exportadoras de productos agrícolas orientados al mercado europeo. En cuanto a la **metodología** el autor utilizó el método cualitativo siendo la investigación de diseño no experimental de tipo de investigación descriptivo - exploratorias, como **resultados** se elaboró un cuestionario para que sea respondido por un experto en empresas agrícolas, y a través de este conocer sobre las PYMES en el sector, asimismo saber qué necesita para que pueda exportar su producción y como beneficia el benchmarking a ellas para mejorar. Finalmente **concluyó** que luego de analizar cada pregunta, se concluye su experiencia en el mercado donde desempeñan sus actividades, tienen cubierta sus áreas con personal indispensable para cada una. Forman parte del sector privado y producen en su mayoría banano, café, maíz y su capital es de origen nacional.
- c) (CHAMBI ANDRADE, 2012) en su investigación: “**Optimización de los procesos de desarrollo y construcción en minería de block caving caso estudio mina el teniente Codelco Chile**”, tuvo como **objetivo general** proponer y evaluar estrategias de preparación minera que permitan reducir costos y aumentar la velocidad de construcción de minas de block caving con aplicación a Mina El teniente. En cuanto a la **metodología** el autor utilizó el método cualitativo-cuantitativo (mixto), obtuvo los **resultados**, Esto lleva a la conclusión de que, incluso si bien es cierto, es posible utilizar métodos de desarrollo rápido en los métodos de hundimiento de pozos en las minas. El Teniente, Esta no es totalmente aprovechable debido a las tensiones dinámicas asociadas a posibles formaciones rocosas que impiden la retirada



de la red como solución de seguro, y a las perturbaciones provocadas por diversos tipos de barreras de transferencia y antiexplosión dispuestas durante las excavaciones previstas y que no son compatibles con la construcción. Finalmente, señaló que luego del desarrollo de este capítulo, se realizará un diagnóstico como parte del estudio, que permitirá formar prioridades que permitan mejoras concretas. Su prioridad (planificación minera, desarrollo horizontal y construcción de terrenos, desarrollo vertical y empresas de construcción) se transformará en pilares que deberán sustentar el procesamiento minero en el futuro.

3.1.2 A nivel nacional

- a) (CAYETANO ARIAS, y otros, 2019) en la tesis de pregrado titulado: **“Aplicación del Benchmarking para optimizar la logística en la unidad de Uchucchacua de la compañía de Minas Buenaventura S. A. A – 2017”**, fijo como **objetivo**: Determinar de qué manera influye el benchmarking en la optimización de la logística en la Unidad de Uchucchacua de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – año 2017, Aplico una **metodología**: investigación de enfoque cualitativo, de diseño descriptivo correlacional, y obtuvo los **resultados** siguientes: El trabajo de campo para la presente investigación, fue realizado en las instalaciones de la unidad de Uchucchacua de la compañía de Minas Buenaventura S.A.A. comprendió un periodo aproximado de 45 días y se realizó en los diversos ambientes externos. Los cuestionarios fueron entregados a nuestros informantes, fueron en total 257 cuestionario, debemos precisar que la toma de datos se realizó al ingreso de su centro de labores, tanto en la mañana como en la tarde, toda vez que consideramos que era la hora más apropiada y en algunos casos se les entrego para que lo puedan rellenar en sus habitaciones. Una vez obtenidos los cuestionarios, fueron ordenados, para ser tabulados mediante el SPSS en su versión 22, siendo resultado de la capacidad de implementar la empresa un maximo de 57% de 257 cuestionarios y considerando mejores practicas de logística en sus actividades un 47% y finalmente fija como **conclusiones**, pusieron a disposición varias recomendaciones, siendo la principal, que se aplique el benchmarking para



optimizar la logística de dicha unidad, para ello se debe desarrollar políticas internas, así como asesorías externas, concerniente a la aplicación y desarrollo de este instrumento de gestión.

- b) (ATAPOMA DORREGARAY, 2019) en la tesis de pregrado titulado: **“Optimización de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina de Tajo Norte de Sociedad Minera el Brocal, implementando el sistema de despacho Mine Sense”**, fijo como **objetivo**: Optimizar las operaciones unitarias de carguío y acarreo mediante el sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense), para lograr una alta productividad y un eficiente control de las operaciones en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca, aplicó una **metodología**: siendo una investigación cuantitativa, de tipo aplicada y diseño descriptivo correlacional, obtuvo los **resultados** siguientes: Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comportamiento o condiciones de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aproximación los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado cuadro de estadísticos nº 01 / cuadro porcentual nº 01 / gráfico de barras nº 01. en el cuadro porcentual, observamos que la media ($X= 1.7778$) es el estadígrafo que se localiza en el centro de la distribución como: CASI SIEMPRE (44,4%) y SIEMPRE (38.9%), en relación a que los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comportamiento o condiciones de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aproximación los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado. Finalmente fija como **conclusiones**, según las estimaciones interválicas de las medias poblacionales, del análisis estadístico se llegó a determinar que la aplicación del sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense) optimiza significativamente en un 75% las operaciones unitarias de carguío y acarreo, logrando una alta productividad y un eficiente control de las operaciones en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca , con un cálculo de “t”= 2.4 y de “tc” =+/- 1.04, para la toma de decisión, en la unidad de análisis.



- c) (PARI CHIPANA, 2018) en su tesis de pregrado titulado: **“Dimensionamiento de equipos de carguío - acarreo y optimización del plan de mantenimiento de vías para los tajos Pampa verde y San Pedro sur mina la Zanja s.r.l.”**, fijo como **objetivo**: dimensionar equipos de carguío con la finalidad de optimizar el plan de mantenimiento de vías para los tajos pampa verde y san pedro sur mina la Zanja, aplicó una **metodología**, esta investigación es de enfoque cuantitativo - aplicada y diseño descriptivo experimental, obtuvo los **resultados** siguientes: El presente trabajo se realizó para todo el plan de minado del 2017, pero por temas de análisis de resultados se tomará los meses de enero a junio del 2017, una vez realizado el dimensionamiento de los equipos estos fueron llegando a partir de octubre del 2016 y completado a mediados de diciembre del 2016 por lo que se contó con todo lo dimensionado para el 2017, en cuanto a los resultado de la producción de minado de enero a junio del 2017 se obtuvo un cumplimiento de 93% del total programado, de los cuales 80% corresponden al Tajo Pampa Verde y un 198% del programado para el Tajo San Pedro Sur, el cumplimiento de la producción se observa en la tabla 5.01 de la investigación usada. Para lo cual se contó con las tres excavadoras dimensionadas liebherr 976, Cat 390 FL y Cat 385 CL y con una flota efectiva de 82 volquetes. Finalmente, fija como **conclusiones**, en el año 2017 se decidió por incrementar la producción y se obtuvo muy buenos resultados para los meses de enero a junio del 2017, estos meses son los más críticos por las condiciones climatológicas, el análisis de los equipos de carguío y acarreo fueron los más óptimos y cabe destacar el plan de mantenimiento de vías que se realizó de manera agresiva para mejorar los rendimientos en los equipos de acarreo.



3.2 Marco teórico

3.2.1 Gestión administrativa

De acuerdo a (QUICHCA TORRES, 2012) la gestión administrativa es el proceso de diseñar y mantener un entorno en el que, trabajando en grupos, los individuos cumplen eficientemente objetivos específicos. Es un proceso muy particular consistente en las actividades de planeación, organización ejecución y control, desempeñados para determinar y alcanzar los objetivos señalados con el uso de seres humanos y otros recursos.

3.2.1.1 Empresa

(CHIAVENATO, 2001) la empresa es una organización social que utiliza una gran variedad de recursos para alcanzar determinados objetivos que tiene un fin un determinado objetivo, que puede ser el lucro o la atención de una necesidad social.

3.2.1.2 Planeamiento operacional

(PRADO RAMOS, 1989), el planeamiento operacional, consiste con relación al ciclo de minado en realizar el control de la producción, asimismo con el área de mina, además amerita coordinación con el departamento de geología, en efecto se realizará el plan de minado, con la finalidad de lograr metas y objetivos en nuestras operaciones, de ello va depender del tipo de organización con que cuenta la empresa minera. Una unidad de producción como pequeña minería cuenta con los siguientes departamentos: geología, mina, logística, seguridad, medio ambiente y administración.

3.2.1.3 Aseguramiento operacional

(SOLANO CRUZ, 2020) define al aseguramiento que es un proceso continuo que requiere de un esfuerzo en conjunto de los funcionarios de la Unidad de Auditoría Interna (UAI). El tener una calidad de excelencia no es tarea fácil; sin embargo, se puede asegurar la calidad aplicando las normas de auditoría, que establecen la práctica obligatoria de evaluaciones internas de calidad en forma periódica y continua, así como evaluaciones externas.



3.2.1.4 Control operacional

De acuerdo (ROMERO SOTO, y otros, 2021) definieron que el control operacional es el proceso de producción, en donde se engloba un conjunto de actividades en las cuales existe una transformación de la materia prima lo que provoca que en ocasiones no se cumplan las expectativas del cliente, si no hay entrega a tiempo al cliente faltaría un factor muy importante para hacer que el producto llegue en tiempo y forma además de, que el cumplimiento de controles operacionales conlleva a fallas en los equipos y/o deterioro del ecosistema. Aunque se pueda ver cuáles son los estándares de las empresas, se sabe que es de vital importancia cumplir con las gamas el tiempo que se estipula para cada una.

3.2.1.5 Benchmarking

Concepto

La metodología del benchmarking es una herramienta útil para investigar y evaluar las prácticas organizativas de una organización. Implica una comparación metódica y estructurada de los procedimientos, prácticas y resultados de una organización con los de otras organizaciones punteras de su sector. El objetivo principal de la evaluación comparativa es encontrar las mejores prácticas que puedan aplicarse y modificarse para aumentar la competitividad, eficiencia, eficacia y rendimiento de una organización con el fin de mantener su posición en el mercado. Este proceso también ofrece una forma clara de obtener una ventaja competitiva.

Según (TANNER, y otros, 2000), Los creadores de la evaluación comparativa en la empresa moderna proceden de Rank Xerox, que fue la primera en Occidente en aplicar este enfoque en 1979. Con el fin de mejorar el rendimiento empresarial, la evaluación comparativa es el proceso de localizar y comprender las mejores prácticas del sector y los procedimientos operativos utilizados por otras organizaciones de todo el mundo.

Por consiguiente, en benchmarking es un proceso de cambio gestionado que:

- Usa un enfoque disciplinado, estructurado.
- Identifica qué tiene que cambiarse.



- Identifica cómo cambiarlo.
- Identifica el potencial de mejora.
- Crea el deseo de cambio.

El primer paso en cualquier estudio de evaluación comparativa es identificar las áreas de mejora más acuciantes de la empresa. Comprender la necesidad de cambio conducirá a un examen de las mejores prácticas y al descubrimiento de los elementos críticos que proporcionan mejores resultados.

a) Origen:

Según (CAYETANO ARIAS , y otros, 2019), La definición de benchmarking tiene origen en los Estados Unidos donde fue empleado por primera vez en gestión de empresas industriales en los años 60. La herramienta de benchmarking nace del origen de la humanidad por misma necesidad de ser los mejores a cada paso del tiempo y cambios tecnológicos, benchmarking se basa en la misma necesidad que tienen las organizaciones de comprender su éxito en relación con otras empresas con el propósito de tener mayor información, en la que les permita mejorar los procesos operativos e ingresar en un campo de alto competitividad. Por la búsqueda y comparación continua de mejores prácticas, en procesos de la industria y comercialización, la aplicación de benchmarking en una compañía se traduce en resultados positivos.

¿Para que sirve?

El benchmarking se utiliza para compara los procesos de una organización, en la que realizan actividades similares con el objetivo de poder realizar un análisis, evaluación de las diferentes formas de mejora dichos procesos de las propias organizaciones. Esta herramienta permite comprender y aprender sobre el éxito de las demás áreas de trabajo. Esta herramienta es un análisis, estudio estratégico que es utilizado para determinar las mejores prácticas de las organizaciones, a la vez permite conocer, aprender los éxitos logrados de las empresas de otros similares en un área específica que cuenta con equipos de trabajo que buscan las mejoras continuas. Es una



herramienta de gran importancia y muy útil para el personal gerencial y tener nuevas estrategias de los equipos de trabajo específico

b) Aspectos y tipos de benchmarking

(CISNEROS MENDOZA , y otros, 2018), Describe que Benchmarking se ve como una herramienta para mejorar las prácticas en las empresas para aumentar la competitividad en un mercado cada vez más difícil sin embargo, hay algunos aspectos y categorías de puntos de referencias que debe revisarse.

Aspectos:

- **Calidad:** En todos los aspectos, la calidad se refiere al nivel en el que un producto crea valor para el cliente más allá del costo de producción. En este sentido el benchmarking es importante para entender como otras empresas diseñan y gestionan sus sistemas de gestión.
- **Productividad:** El punto de referencia para la productividad es la búsqueda de la excelencia en las áreas que controlan los recursos de entrada, y la productividad puede ser expresada por el volumen de producción y el consumo de recursos los cuales pueden ser costos o capital.
- **Tiempo:** el estudio del tiempo y la calidad, simboliza la dirección del desarrollo industrial en los últimos años. Flujos más rápidas en ventas, administración, producción

Tipos de benchmarking:

- **Benchmarking Interno:** En la mayoría de las grandes empresas multidiversas o internacionales, diferentes unidades operativas tienen funciones similares. Uno de los criterios más sencillos es comparar estas actividades internas. Los datos y la información deben ser fácilmente accesibles y no estar sujetos a cuestiones de confidencialidad
- **Benchmarking competitivo:** Es una metodología utilizada por las empresas para evaluar su desempeño en comparación con sus competidores. En definitiva cualquier estudio comparativo debería mostrar cuales son las ventajas y desventajas comparativas entre los



competidores directos. Uno de los aspectos más importantes dentro de este tipo de investigación a considerar es el hecho que puede ser realmente difícil obtener información sobre las operaciones de los competidores. Pueda que no sea posible obtener información por que es exclusiva y constituye el núcleo de la ventaja competitiva de una empresa.

- **Benchmarking funcional:** Es una estrategia de comparación que se centra en procesos o funciones específicas dentro de una organización. Existe una gran posibilidad de identificar competidores funcionales o líderes de la industria para utilizarlos en el benchmarking incluso si se encuentran en industrias. Este tipo de evaluación comparativa ha resultado fructífera fomenta interesado en investigar y compartir datos, ya que no existen problemas de confidencialidad entre diferentes empresas y existen un interes natural en conocer las prácticas de otra empresa. Por otro lado, este tipo de investigación supera el síndrome del "no fue inventado aquí" que se encuentra frecuentemente cuando se realiza un benchmarking con la competencia de una empresa.

c) **Modelo de Benchmarking**

(GAITÁN CORTEZ, 2005), propone los pasos necesarios para alcanzar un mejor rendimiento y desempeño de una organización, destacando así la clasificación de los pasos en cuatro principales etapas:

- Planificación
- Análisis
- Integración
- Acción



3.2.2 Parámetros técnicos

3.2.2.1 Geomecánica

De acuerdo a (RODRIGUEZ DIAZ, 2012) las clasificaciones geomecánicas proporcionan una evaluación geomecánica global del macizo rocoso a partir de observaciones de campo y de sencillos ensayos. Estimar la calidad del macizo rocoso y los parámetros de resistencia (cohesión y fricción). Estimar necesidades de sostenimiento. La metodología general se intenta dividir el macizo rocoso en grupos de comportamiento similar. Siendo las clasificaciones geomecánicas: Clasificación de Deree et al (R.Q.D.), Clasificación de Protodyakonov, Clasificación de Bieniawski (R.M.R.), Clasificación de Romana, Clasificación de Hoek y Brown (G.S.I.), Clasificación de Barton et al, (Q) y clasificación de palmström (R.M.I.).

3.2.2.1.1 Clasificaciones geomecánicas

3.2.2.1.1.1 Clasificación geomecánica RMR de Bieniawski

Fue ejecutado por Bieniawski en 1972-1973, luego revisado en 1976 y 1979, sobre la base de más de 300 casos reales de túneles, cuevas, terraplenes y terraplenes y cimientos. El RMR.

Se calcula tomando los factores como la presencia de agua, resistencia a la compresión simple de la matriz rocosa, el RQD grado de fracturamiento del macizo rocoso, espaciamiento de las discontinuidades y las condiciones de las discontinuidades.

La teoría de Bieniawski constituye un sistema de clasificación de macizos rocosos que permite a su vez relacionar índices de calidad con parámetros de diseño y de sostenimiento de túneles.

El RMR se obtiene estimando seis parámetros y el valor que define la clasificación es el denominado índice RMR (Rock Mass Rating), que indica la calidad del macizo rocoso en cada dominio estructural a partir de los siguientes parámetros:



- Resistencia a la compresión simple de la matriz rocosa, ensayo PLT, ensayo de compresión simple: ensayo RQD
- R.Q.D. Grado de fracturamiento del macizo rocoso: separación entre diaclasas (m)
- Espaciado de las discontinuidades
- Condiciones de las discontinuidades
- Condiciones hidrogeológicas
- Orientación de las discontinuidades

La estimación de RMR resulta de la sumatoria de los valores de los parámetros, se hace uso de la siguiente figura.

SISTEMA RMR					
PARÁMETROS	VALOR	RANGO			VALOR
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	>250 (15)	100-250 (12)	50-100 (7)	25-50 (4)	<25 (2) <5 (1) <1 (0)
RQD (%)	90-100 (20)	75-90 (17)	50-75 (13)	25-50 (8)	<25 (3)
Espaciamiento de discontinuidades (cm)	>20 (20)	0.6-2 m (15)	0.2-0.6m (10)	0.05-0.2m (6)	< 0.05m (5)
CONDICION DE DISCONTINUIDADES					
Familia	Buz.	/D. Buz	firm	Persistencia	
				Abertura	
				Rugosidad	
				Relleno	
				Alteración	
Agua subterránea					
Orientación					
Rumbo perpendicular al eje de la excavación		Direccion contra el buzamiento		Rumbo paralelo al eje de la excavación	
					
Bz	Bz	Bz	Bz	Bz	Bz
45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°	45°-90°	20°-45°
Muy Favorable	Favorable	Regular	Dest favorable	Muy Dest favorable	Regular
0	-2	-5	-10	-12	-5
					Dest favorable
					-10
$RMR_{89} \text{ (Básico)} =$ $RMR_{89} \text{ (Corregido)} =$ $RMR'_{89} \text{ (Condiciones Secas)} =$					
Condiciones secas					
JRC (BARTON BANDS)	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0
	RMR				
	DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA
					V MUY MALA

Figura 1 — Clasificación y sus valoraciones para estimar el RMR

Extraído de clasificaciones geomecánicas de las masas rocosas según Bieniawski

Tabla 2 — Parámetro de resistencia de la roca sana en (MPa)

Descripción	Resistencia a compresión simple (MPa)	Ensayo de carga puntual (MPa)	Valoración
Extremadamente dura	>250	> 10	15
Muy dura	100 - 250	4 - 10	12
Dura	50 - 100	2 - 4	7
Moderadamente dura	25 - 50	1 - 2	4
Blanda	5 - 25	<1	2
Muy blanda	1 - 5		1
	< 1		0

Extraído de clasificaciones geomecánicas de los macizos rocosos según Bieniawski

Tabla 3 — Resistencia a la compresión simple de los diferentes tipos de roca

Tipo de roca	Resistencia a la compresión simple (MPa)		
	Mínimo	Máximo	Medio
Creta	1	2	1,5
Esquisto	31	70	43
Pizarra	33	150	70
Arcillita	36	172	95
Arenisca	40	179	95
Mármol	60	140	112
Caliza	69	180	121
Dolomía	83	165	127
Andesita	127	138	128
Granito	153	233	188
Gneis	159	256	195
Basalto	168	359	252
Cuarcita	200	304	252
Dolerita	227	319	280
Gabro	290	326	298
Taconita	425	475	450
Silice	587	683	635

Extraído de clasificaciones geomecánicas de los macizos rocosos según Bieniawski.

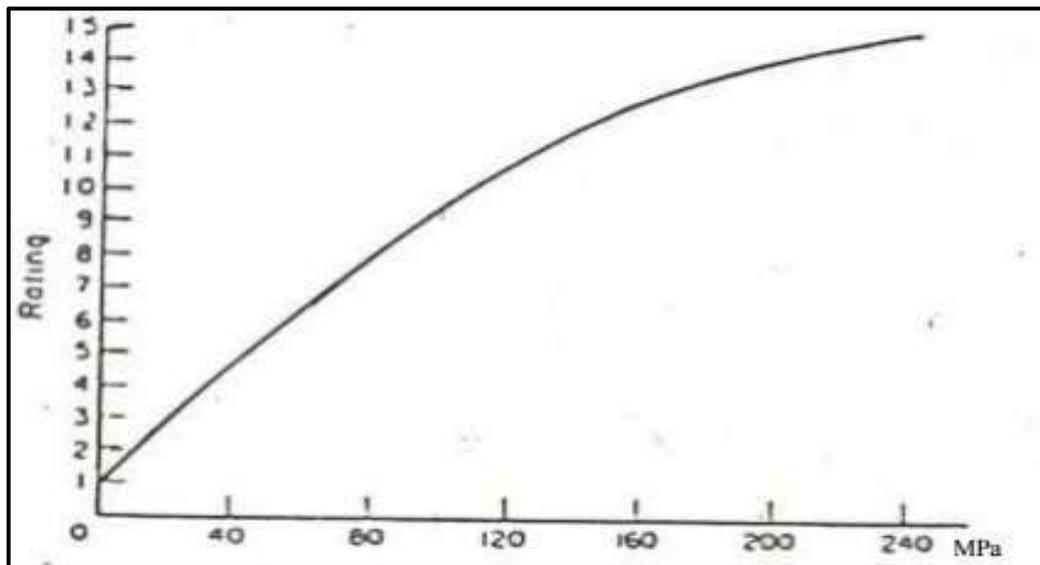


Figura 2 — Gráfico para resolver el parámetro de la resistencia a la compresión simple

3.2.2.1.2 El índice de calidad de la Roca (RQD)

Esta fue descrita y desarrollado por Deere, el RQD:

1.- INDICE DE CALIDAD DE LA ROCA	
Descripción	RQD %
MUY POBRE	0 - 25
POBRE	25 - 50
REGULAR	50 - 75
BUENA	75 - 90
EXCELENTE	90 - 100

Nota:
 i) Estimar el RQD con 5% de aproximacion
 ii) Cuando no se disponga de testigos
 $RQD = 115 - 3.3 J_v$ Donde: J_v : N° de Diaclasas por m3
 iii) Si el RQD es menor de 10, emplear un valor nominal 10

Figura 3 — Gráfico de estimacion de la calidad de la roca



3.2.2.1.3 Clasificación geomecánica de Barton

La clasificación emplea 6 factores para cuantificar de la clase roca se lista como sigue:

$$Q = \left(\frac{RQD}{J_n}\right) \left(\frac{J_r}{J_a}\right) \left(\frac{J_w}{SRF}\right)$$

- El R.Q.D
- Índice de fractura miento (J_n)
- Índice de la rugosidad, relleno y continuidad de las discontinuidades (J_r)
- Índice de la alteración de las discontinuidades (J_a)
- Coeficiente reductor por la presencia de agua (J_w)
- Factor teniendo en cuenta el efecto del estado de tensión sobre el macizo (SRF)

Tabla 4 — Valoración del índice de calidad de R.Q.D.

Índice de calidad R.Q.D. (%)	Calidad	Valoración
0-25	Muy mala	3
25-50	Mala	8
50-75	Regular	13
75-90	Buena	17
90-100	Excelente	20

Extraído de valoración de la calidad según Bieniawski

Así mismo se puede encontrar la valoración para el RQD, a partir de siguiente figura.



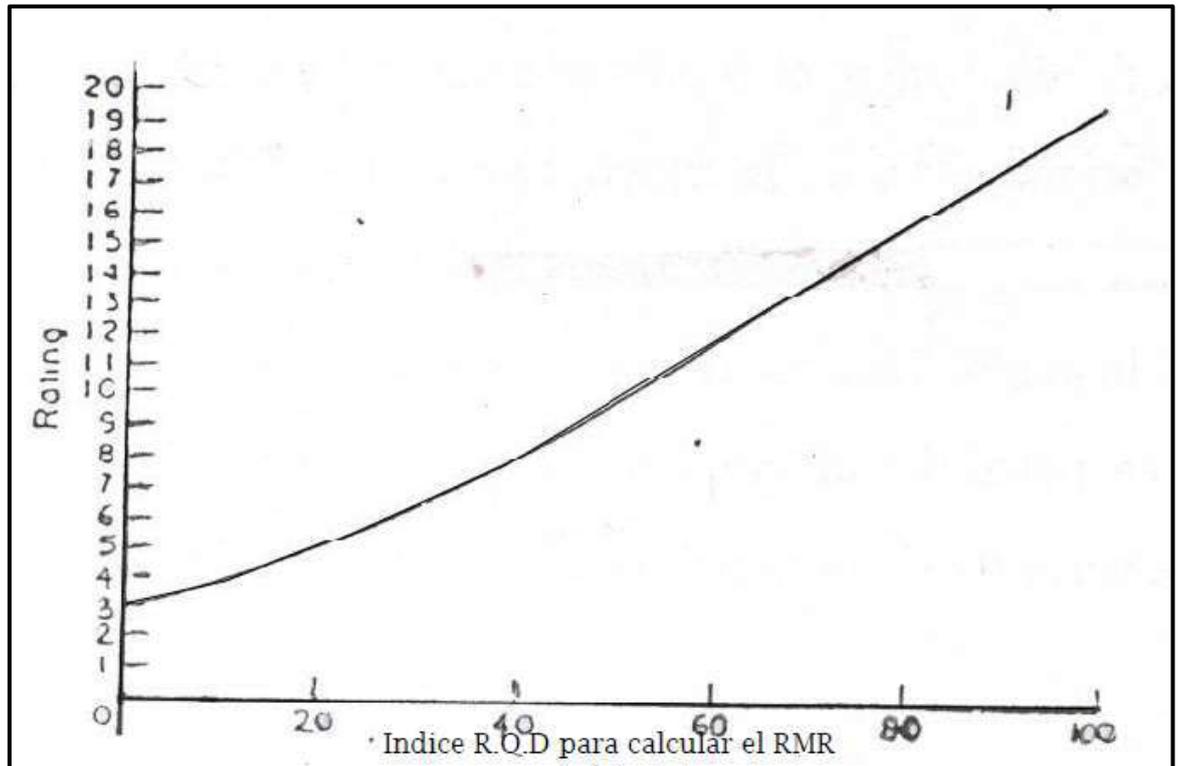


Figura 4 — Gráfico para determinar el índice RMR, para el parámetro R.Q.D.

Extraído de manual de prácticas de laboratorio de mecánica de rocas



Factor de rugosidad de las discontinuidades		
	Descripción	Jr
A	Diaclasas discontinuas	4
B	Rugosas e irregulares, onduladas	3
C	Lisas, Onduladas	2
D	Lustrosas Ondulantes	1,5
E	Rugosas o irregulares, planares	1,5
F	Lisas, Planares	1
G	Lustrosas, Planares	0,5
H	Zona conteniendo arcillas en cantidad suficiente como para impedir el contacto entre las superficies que limitan la fractura	1
J	Zona de material arenoso en cantidad suficiente como para impedir el contacto entre las superficies que limitan la fractura	1

NOTAS.

el contacto entre las superficies de la discontinuidad de la letra A hasta la G se logra con desplazamientos de cizalla inferiores a los 10 cm.

Las descripciones se refieren a las características de pequeña escala y características de escala intermedia, en ese orden.

En los grupos H y J no se produce contacto entre las superficies al ocurrir desplazamientos de cizalla.

- Agregar 1,0 cuando el espaciamiento medio de las diaclasas fuera superior a 3 cm.
- Jr= 0,5 puede ser usado para juntas planares lustrosas que tienen alineaciones, siempre que las alineaciones están orientadas para la resistencia mínima

Figura 5 — Evaluación de la rugosidad de las discontinuidades

Extraído de clasificaciones geomecánicas de los macizos rocosos

Numero de discontinuidades	
Descripción	J n
Masiva o con muy poca discontinuidad	0,5 – 1,0
Un sistema de discontinuidad	2
Un sistema de principal y uno secundario	3
Dos sistemas de discontinuidad	4
Dos sistemas principales y uno secundario	6
Tres sistemas de discontinuidades	9
Tres sistemas principales y uno secundario	12
Cuatro sistemas de discontinuidades o mas (roca muy fracturada)	15
Roca triturada (Terrosa)	20
Nota:	
i) Para intersecciones de tuneles, usar $(3,0 * J_n)$	
ii) Para portales usar $(2,0 * J_n)$	

Figura 6 — Valoración del número de discontinuidades

Extraído de clasificaciones geomecánicas de los macizos rocosos



Tabla 5 — Valoración del número de discontinuidades

Factor de alteración de las discontinuidades		
Descripción		Ja
a) Contacto entre superficies de la discontinuidad (sin relleno de mineral, solo recubrimientos)		
A	Ajustadas, rellenas con material compacto	0,75
B	Superficies inalteradas, ligeras manchas de oxidación	1
C	Superficies ligeramente alteradas, cubiertas con material granular no arcilloso, producto de la desintegración de la roca.	2
D	Capas superficiales de material limoso o arcilloso arenoso, con una pequeña fracción cohesiva.	3
E	Capas superficiales de arcilla (caolinita, mica cloritas, etc.) cantidades pequeñas de arcilla expansiva en capas de 1- 2 mm de espesor	4
b) Contacto entre superficies de la discontinuidad se produce después de 10cm de (relleno de mineral fino)		
F	Relleno granular no cohesivo, roca desintegrada libre de partículas arcillosas	4
G	Material con alto grado de consolidación, relleno continuo (hasta de 5 mm de espesor) de material arcilloso compacto.	6
H, I	Relleno continuo (hasta de 5 mm. De espesor) de material arcillosos compacto con bajo grado de consolidación	8
J	Relleno continuo de arcilla expansivas (Montmorillonita) el valor de Ja dependerá del % de expansión, el tamaño de las partículas arcillosas, la accesibilidad del agua, etc.	8 - 12
c) No contacto entre superficies de la discontinuidad después de cizalla (relleno de mineral grueso)		
K,L, M	Zonas o bandas de roca desintegrada o triturada y	6 - 8 ó
	arcilla (ver G,H,J para la descripción de los tipos de arcilla)	8 - 12
N	Zona de arcilla limosa o arenosa	5
O,P,Q	Zonas potentes y continuas de arcilla (ver G,H,J para la	10 - 13
	descripción de los tipos de arcilla)	ó 13 - 20

Extraído de clasificaciones geomecánicas de los macizos rocosos

Factor de reducción por contenido de agua en fracturas		
	Descripcion	Jw
A	Secas o flujos bajos (5 l/min)	1
B	Flujos a presiones medias que ocasionen erosión del material de relleno	0,66
C	Flujos o presiones altas en roca competente con diaclasas sin relleno	0,5
D	Flujos a presiones altas con erosión considerable del material de relleno	0,33
E	Flujos o presiones excepcionalmente altas luego de la voladura disminuyendo con el tiempo	0,2 – 0,1
F	Flujos o presiones excepcionalmente altas sin que ocurra una disminución en el tiempo	0,1 – 0,05

Figura 7 — Valoración de coeficiente reductor por la presencia de agua

Extraído de clasificaciones geomecánicas de los macizos rocosos



Factor de reducción por tensiones descripción		SRF
A) Las zonas débiles intersectan a la excavación, pudiendo producirse desprendimientos de rocas a medida que la excavación del túnel va avanzando.		
A	Muchas zonas débiles de arcilla con evidencias de desintegración química roca circundante muy suelta cualquier profundidad	10
B	Zona débil aislada con arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad menor 50 m)	5
C	Zona débil aislada con arcilla o roca desintegrada, profundidad mayor 50m.	2,5
D	Muchas zonas de falla en roca competente, roca circundante suelta. (cualquier profundidad)	7,5
E	Zona de falla aislada en roca competente profundidad menor a 50 m.	5
F	Zona de falla aislada en roca competente profundidad mayor a 50 m.	2,5
G	Diaclasas abiertas y sueltas roca intensamente fracturada, en terrones, cualquier Prof.	5

Figura 8 — Valoración de factor de reducción por tensiones

Extraído de clasificaciones geomecánicas de los macizos rocosos

3.2.2.2 Hidrogeología

Para (Servicio geológico minero argentino, 2001) la hidrogeología trata sobre las características y el comportamiento del agua subterránea y su relación con el ambiente. Dado que el ambiente lo componen los recursos naturales y el hombre, en el análisis ambiental del agua subterránea, deben considerarse las vinculaciones e incidencias mutuas entre estas, el suelo, el aire, el agua superficial, el agua meteorológica y la biótica.

3.2.2.3 Equipos

Los equipos que se usan en la ejecución de obras subterráneas principalmente los equipos de perforación, equipos de carguío, equipos de transporte de material, equipos para ventilación, equipos para sostenimiento y otros que ameriten la correcta y segura ejecución de la labor subterránea.

3.2.2.4 Servicios

Corresponde a los servicios auxiliares de sistema de abastecimiento de aire para la perforación y de la misma para la ventilación además corresponde el sistema de abastecimiento de agua para la perforación y mitigar el polvo en la mina subterránea.

3.2.3 Controles operacionales

3.2.3.1 Eficacia

De acuerdo a (MENDOZA SOLIS, y otros, 2018) hacen referencia a la idea de eficacia, que se define como el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos o previstos. Aunque la eficacia y esta idea se utilizan a veces indistintamente, la eficiencia se define como la consecución del objetivo al menor coste posible por consumo de recursos (Mokate, 1999), lo que no tiene nada que ver con el propósito de este estudio.

3.2.4 Operaciones unitarias

3.2.4.1 Perforación

De acuerdo al (Instituto Tecnológico Geominero de España, 1994), la perforación de las rocas dentro del campo de las voladuras es la primera operación que se realiza y tiene como finalidad abrir unos huecos, con la



distribución y geometría adecuada dentro de los macizos, donde alojar a las cargas de explosivo y sus accesorios iniciadores.

Se han desarrollado sistemas de penetración en roca mecánicos, térmicos, hidráulicos, sónicos, químicos, eléctricos, sísmicos y nucleares, todos ellos ordenados según sus aplicaciones. Aunque existe un amplio abanico de posibles tecnologías de penetración en roca, la energía mecánica se sigue utilizando casi exclusivamente para la perforación en obras públicas y explotaciones mineras. Por ello, en este manual sólo se tratarán los métodos mecánicos, repasando los principios, instrumentos y materiales de perforación necesarios para cada uno de ellos.

3.2.4.2 Voladura

Para (PAQUERA QUISPE, 2021) define a la voladura como una operación que se encarga del proceso de fragmentación del macizo rocoso y obtención de taludes estables para un minado productivo. Consiste en el carguío mecanizado (camión fabrica) de taladros con explosivos. Todas las voladuras se realizan con un diseño previo en lo que se refiere a malla de perforación, columna explosiva, secuencia de detonación y otros tanto para el mineral como para el desmonte, siempre teniendo en cuenta el control del factor de carga, control de vibraciones, fly rock y el costo por tonelada removida.



3.3 Marco conceptual

- a) **Control de gestión.** Según (SERRA SALVADOR, y otros, 2005), afirma que un sistema de gestión es una técnica de gestión que consiste esencialmente en fijar tales objetivos a todos los niveles de la organización, exponerlos mediante un presupuesto financiero, hacer un seguimiento y una evaluación periódicos de su cumplimiento y esbozar las medidas correctoras que deben adoptarse.
- b) **Macizo rocoso.** El macizo rocoso es la composición de toda la matriz rocosa constituida por discontinuidades, se define como un material heterogéneo que surge como consecuencia de la orientación y frecuencia de estratos discontinuos.
- c) **Perforación.** La perforación es uno de los elementos o ciclos de la minería que implica hacer un agujero en la roca utilizando equipo de perforación.
- d) **Taladro.** La perforación es uno de los elementos o ciclos de la minería que implica perforar un agujero con la perforadora.
- e) **Explosivo.** El explosivo es un elemento necesario en la minería, es un químico con una enorme carga explosiva, bajo la acción de un encendedor o llama o cualquier otro estimulante reaccionará al mismo tiempo, reaccionará muy intensamente. En el mercado, su producción tiene diferentes capacidades, dimensiones y otras características según la naturaleza de su uso.
- f) **Ciclo de minado.** El ciclo minero es la unidad cíclica y el trabajo en la ejecución de la mina.
- g) **Broca.** Herramienta de corte de metal utilizada para penetrar la superficie de una piedra o pieza de trabajo y hacer un orificio circular igual a su diámetro.
- h) **Broca tricónica.** Esta es una instrumento de perforación equipada con tres cortadores cónicos, montados sobre un eje de rodamiento de bolas que simultáneamente forma el pie o faldón del taladro, esta construcción integrada proporciona la superficie y resistencia a los diseños modernos, requisitos de ingeniería y perforación impuestos a la barrena.



- i) **Costo.** Valoración monetaria de los costes incurridos y aplicados para la obtención del bien (Fernández de López, Martha 2003).
- j) **Costo total.** Son la adición de los costos fijos y variables de una determinada producción (Fernández de López, Martha. 2003).
- k) **Benchmarking.** Consiste en un estudio profundizado sobre tus competidores para entender las estrategias y mejores prácticas utilizadas por ellos. Siendo así, este análisis permite que la empresa u organización reproduzca o adapte algunas de las acciones para atraer al público y reconquistarlo (Delgado. 2003).



CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

Según, (EGG, 2011) el tipo de investigación aplicada consiste en utilizar los conocimientos y aplicarlos para resolver problemas.

Se aplicará conocimientos teóricos a situaciones específicas teniendo en cuenta que aportará significativamente estrategias de soluciones a problemas reales e identificables.

De acuerdo con la teoría revisada la investigación será de **tipo descriptiva - aplicada**.

Según, (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014) considera que el nivel descriptivo es definir las cualidades del objeto de investigación como se manifiestan y los sucesos más importantes, también se refiere al nivel explicativo como el análisis de dos o más variables como se relacionan y explicar cómo y por qué ocurre un fenómeno.

La presente investigación se recogerá información de los fenómenos las características y como se manifiestan, se analizará la relación que existe entre las variables según el valor que se les dé en un contexto particular y se explicará las causas de los eventos, como ocurre un fenómeno y porque se relacionan las variables.

Con la información revisada la presente tesis se clasifica del **nivel descriptivo - explicativo**.

4.2 Diseño de la investigación

Según, (BEHAR RIVERO, 2008) considera que el diseño no experimental es observar los sucesos sin participar y dejar que ocurran naturalmente.

En la presente investigación se describirá los fenómenos las características y como se manifiestan se recogió datos de la Rampa 440.

La investigación se clasifica del **diseño experimental**.

4.3 Descripción ética de la investigación

En la presente investigación se respetará los resultados de validez, la propiedad intelectual, la información conseguida, con los criterios éticos de confiabilidad, objetividad, originalidad.



4.4 Población y muestra

(LERMA GONZALES, 2009) considera la población como un conjunto de elementos del mismo tipo con cualidades fijas y que se estudia sus rasgos y relaciones. La presente indagación tiene como **población** compuesta por la mina Cuatro Horas.

(ÑAUPAS PAITAN, 2014) considera que la muestra es la selección de un subconjunto de una población por medio de diferentes métodos. La **muestra** para esta investigación se toma de la Rampa 440.

4.5 Procedimiento

En esta indagación el procedimiento usado es la recolección, procesamiento, análisis de datos e interpretación de resultados.

Recolección

- Recolección de información mediante una prospección y mapeo en campo en función con las fichas de caracterización geomecánica y a su vez extracción de testigo.
- Las técnicas de levantamiento de información insitu mediante las diferentes clasificaciones geomecánicas mediante los instrumentos y formatos para cada clasificación geomecánica y estos datos serán generados en una base de datos como hojas Excel, en CAD planos de secciones y perfiles.
- Determinación de resultados mediante la utilización de laboratorio.

Procesamiento y análisis de datos, obtenida información se procedió a organización según las variables y dimensiones de la investigación, desarrollar esquemáticamente y se utilizó herramientas informáticas, hojas de cálculo, fichas de interpretación, ábacos y entre otros.

Interpretación de resultados, La interpretación de resultados uso en función a las dimensiones planteadas en la investigación su interpretación a la información teórica y hacer correlaciones y discusiones en función a los antecedentes del proyecto de investigación.

4.6 Técnica e instrumentos

ARIAS (2012) define la **técnica** de la observación directa como acción de visualizar cualquier manifestación que suceda en la naturaleza o sociedad bajo los criterios de investigación y objetivos definidos.



CABEZAS et al. (2018) recolección de datos es recoger información que posteriormente el investigador puede trasladar a una ficha.

En la presente investigación se aplicó como *instrumento las fichas de recopilación de datos*.

4.7 Análisis estadístico

Para procesamiento de datos se utilizó el Excel.



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

RESULTADOS

5.1 Determinación de la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en la gestión administrativa para la optimización de las operaciones mineras de la Rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023

Cálculos

Parámetros de perforación rampa 440

1.- Calculo del Burden (B) – (PEARSE)

$$B = K_v \times D_e / 1000 \times (P_d / R_t)^{0.5}$$

K_v = Constante que depende de las características de la roca

D_e = Diámetro de la carga explosiva (mm)

P_d = Presión de detonación del explosivo (Kg/Cm^2)

R_t = Resistencia a la tracción (Kg/Cm^2)

Calculando K_v a partir del índice de calidad de la roca equivalente (ERQD), (la Rampa 440 = 69%), con la formula siguiente:

$$K_v = 1.96 - 0.27 \times \ln(ERQD)$$

Tabla

Tabla 6 — Factor de corrección JSF a RQD

Estimación de la calidad	Factor de corrección (JSF) a (RQD)
fuerte	0,070 (Dura)
Medio	0,069 (Media)
Débil	0,068 (Suave)
Muy débil	0,067 (Suave)

Extraído de manual práctico de voladura – EXSA (2014)

$$ERQD = 69 \times 0.069$$

$$ERQD = 4.761$$

Obtenida el Índice de Calidad de la Roca Equivalente determinamos el K_v



$$K_v = 1.96 - 0.27 \times \ln(4.761)$$

$$K_v = 1.54$$

Se determina el resto de valores de la fórmula de PEARSE

Presión de detonación (ANFO) (Pd)

$$P_d = 0.25 P \times VOD^2 \times 10^{-3}$$

Pd = Presión de detonación

VOP = Velocidad de detonación del Explosivo (m/s)

P = Densidad del Explosivo (gr/cm³)

$$P_d = 0.25 \times 0.8 \text{ gr/cm}^3 \times (3000 \text{ m/s})^2 \times 10^{-3}$$

$$P_d = 1.800 \text{ (MPa)}$$

$$P_d = 1.800 \text{ MPa} \times 10.1072 \text{ Kg/Cm}^2 / 1 \text{ MPa}$$

$$P_d = 18.354.96 \text{ (Kg/Cm}^2)$$

$$P_t = 163.16 \text{ (Kg/Cm}^2)$$

$$B = K_v \times D_e / 1000 \times (P_d / R_t)^{0.5}$$

$$B = 1.54 \times 41 \text{ mm} / 1000 \times (18\,354.96 / 163.16)^{0.5}$$

$$B = 0.67 \text{ m}$$

2.- Calculo del espaciamiento (S)

$$S = K_s \times B$$

Para hallar Ks partimos del RMR de la rampa 440 que es 58 según la tabla para este tipo de roca es 1.23 luego reemplazamos en la formula.

Tabla 7 — Valores de Ks para el tipo de roca

		Tipo de roca	
	Dura	Suave	Media
Ks	1,26	1.23	1.20

Extraído de manual práctico de voladura – EXSA (2014)



$$S = 1.23 \times 0.67$$

$$S = 0,82$$

Por consiguiente: $B = 0.70 \text{ m}$

$$S = 0.80 \text{ m}$$

3.- Cálculo de N° de taladros

$$N^{\circ}t = (P/dt) + (c \times A)$$

P = Perímetro (m)

dt = Distancia entre taladros

c = Coeficiente de roca

A = Área de sección

$$A = 4 \times 4.5 \times 0,94 = 16.90 \text{ m}^2$$

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

$$P = 16.44 \text{ m}$$

Reemplazando:

Tabla 8 — Relación de la dureza de la roca con el coeficiente

Dureza de la roca	Distancia entre taladros (m)
Roca dura	2.00
Roca intermedia	1.50
Roca suave o friable	1.00

Extraído de manual práctico de voladura – EXSA (2014)



Tabla 9 — Dureza de la roca y distancia entre los taladros

Dureza de la roca	Distancia entre taladros (m)
Roca dura	0.50 a 0.55
Roca intermedia	0.60 a 0.65
Roca suave o friable	0.70 a 0.75

Extraído de manual práctico de voladura – EXSA (2014)

$$N^{\circ}t = 16.44/0.80 + (1.5 \times 16.90)$$

$$N^{\circ}t = 45.9 = 46$$

4,- Cálculo de la cantidad de explosivo

$$V = \pi r^2 h$$

$$Lq = 2/3 \times Lp$$

V = Volumen de taladro

R = Radio del taladro

h = Altura de carga

Lq = Longitud de carga

Lp = Longitud de perforación

p = Densidad del ANFO (800 Kg/m³)

$$Lp = 3,48 \text{ m}$$

$$Lq = 2/3 \times 3.48 = 2.32 \text{ m}$$

$$V = 3.14 (0.02)^2 \times 2.32 = 2.91 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$M = 2.91 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 800 \text{ Kg/m}^3 = 2.33 \text{ Kg, de explosivo}$$

5,- Cálculo de los indicadores: Factor de carga, Factor de potencia

$$\text{Peso de explosivos en frente} = 46 \times 2.33 = 107.18 \text{ Kg de explosivo}$$

$$Fc = 107.18 \text{ Kg}/58.88 \text{ m}^3 = 1.82 \text{ Kg/m}^3$$



$$Fp = 107.18 \text{ Kg}/164.86 \text{ Tn} = 0.65 \text{ Kg/Tn}$$

Hacer gestión como líder u operador de mina conlleva a la labor de un supervisor de mina, la gestión es una de los elementos de la administración, por consiguiente, en la actividad minera podemos concluir que, si no hay una buena administración en el nivel inferior de la actividad minera, los planes estratégicos corren el riesgo de fracasar. Dentro de este marco de discusión podemos afirmar los incumplimientos técnicos y operacionales, se deben a una gestión administrativa como por ejemplo: falta de una planificación operacional, si esta no ha llegado al trabajador es por falta de una buena organización, también podríamos decir que no hay una buena dirección por lo tanto esto implica comunicación, capacitación, motivación en conclusión falta de liderazgo, estos hechos son evidentes en el proyecto de la rampa 440, la herramienta Benchmarking es propicio para mejorar y lograr los cambios y llegar a los objetivos planificados óptimamente.

5.2 Determinación de la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en los controles operacionales para la optimización de las operaciones mineras de la Rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023

5.2.1 Resultados de las propiedades físicas de la labor

Ensayos de laboratorio

Su determinación se basó en el establecimiento del peso seco, peso saturado y el volumen externo de las muestras rocosas.

Para secar las muestras, se colocaron éstas dentro de un horno ventilado a una temperatura de 105°C; para saturarlas, se sumergieron en agua destilada.

Llevando un registro diario de los pesos con una precisión de 0,01 gr, los pesos seco y saturado se obtuvieron cuando la diferencia entre dos pesadas sucesivas no excedía de 0,1 gr, lo cual fue logrado en aproximadamente 48 Horas.

Las relaciones matemáticas que definen las propiedades físicas solicitadas son:

- **Densidad**

$$\gamma = \frac{\text{Peso Seco (gr/cm}^3\text{)}}{\text{Volumen}}$$



- **Peso específico aparente**

$$P.E.A. = \frac{\text{Peso Seco} \times 9.81 \text{ (kN/m}^3\text{)}}{\text{Volumen}}$$

- **Porosidad aparente**

$$P.A = \frac{\text{Peso Saturado} - \text{Peso Seco}}{\gamma_w \times \text{Volumen}} \times 100 \text{ (\%)}$$

- **Absorción (en peso)**

$$\text{Abs} = \frac{\text{Peso Saturado} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100 \text{ (\%)}$$

Peso Seco Siendo:

$$\gamma_w = \text{Densidad del agua (gr/cm}^3\text{)}$$

Tabla 10 — Resultados de propiedades físicas del macizo rocoso de la Rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas

MUESTRA ROCOSA		Densidad (gr/cm ³)	P.E.A. KN/m ³	P.A. %	Absorción %
M-1	ANDESITA LD	3.01	27.24	2.8	1.03
M-2	ANDESITA LI	2.87	25.26	2.9	1.05
M-3	ANDESITA T	2.99	26.1	2.7	0.99
PROMEDIO		2.96	26.20	2.80	1.02

Extraído de grupo corporativo Obregón SRL (2023)

Otro elemento importante de la administración que informa la calidad de la gestión desarrollada aprovechando la herramienta Benchmarking, donde los hechos se convierten en una línea de base de datos importantes, para posteriormente mejorarlos y podamos medir los resultados de las operaciones unitarias en eficiente, que implica el mejor aprovechamiento de los recursos utilizados en el desarrollo de la rampa 440, consecuentemente el proyecto se hace productiva que implica mejora en los ingresos económicos, finalmente la empresa se hace competitiva sólida y se posiciona como una buena empresa en su rubro.



5.3 Determinación de la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en las operaciones unitarias para la optimización de las operaciones mineras de la Rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023

5.3.1 Estimación de los costos de operaciones unitarias en la ejecución de la rampa

Costo de perforación, estimado el costo de perforacion en 1 m lineal

Costo de voladura, estimado el costo de voladura en 1m³

Costo de limpieza y acarreo, estimado el costo de voladura en 1m³

Costo de sostenimiento, estimado el costo de sostenimiento en 1m²

Costo de servicios auxiliares, estimado de forma global en base a los parámetros anteriores.

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	1.1173	21.06	23.53
0101010004	OFICIAL	hh	0.2667	19.00	5.07
0101010005	PEON	hh	2.2347	18.46	41.25
0101030009	AYUDANTE DE JUMBO	hh	0.1920	18.46	3.54
					73.39
MATERIALES					
0201030001	GASOLINA	gal	0.1500	21.50	3.23
0201040001	PETROLEO D-2	gal	0.8500	18.50	15.73
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	0.2500	1.75	0.44
0231100001	MADERA ROLLISO PARA SOSTEMINIENTO	p2	0.2500	2.50	0.63
0255100001	ULTREX 5000 Y MAGNAFRAG 3000	kg	0.1500	19.00	2.85
0255120001	DETONANTES PARA PERFORACION	kg	0.0500	2.50	0.13
0258090001	ACCESORIOS DE VOLADURA	und	0.0059	22.00	0.13
					23.14
EQUIPOS					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			2.88
0301040002	ELECTRICIDAD	dia	1.0000	0.03	0.03
0301090001	JUMBO Sandvik DD311	hm	0.0640	1,500.00	96.00
0301180003	SCOOPTRAM 6.0 YD3	hm	0.3200	45.00	14.40
					113.31
				Total S/.	209.84

Figura 9 — Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo en la ejecución de la Rampa 440



Presupuesto	1101001	Aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa cuatro horas Arequipa 2023			
Subpresupuesto	001	Aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa cuatro horas Arequipa 2023			
Ciente	Javier Ramos Tenco y Yhonny Strymder Carrasco Talpe			Costo al	11/09/2023
Lugar	AREQUIPA - CARAVELI - CHAPARRA				

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	DIAGNOSTICO DE COSTOS DE OPERACIONES UNITARIAS				209.84
01.01	PERFORACION	m	1.00	104.04	104.04
01.02	VOLADURA DE ROCAS	m3	1.00	28.67	28.67
01.03	LIMPIEZA Y ACARREO DE MATERIAL DISPARADO	m3	1.00	33.88	33.88
01.04	SOSTENIMIENTO DE LA RAMPA	m2	1.00	23.82	23.82
01.05	SERVICIOS AUXILIARES	gb	1.00	19.43	19.43
	Costo Directo				209.84
	SON: DOSCIENTOS NUEVE Y 84/100 NUEVOS SOLES				

Figura 10 — Costo directo de operaciones unitarias de la Rampa 440

Las operaciones unitarias son actividades que se desarrollan de forma secuencial y ordenada y cada una de estas requiere de una gestión administrativa con metas de alcanzar productividad que va alineado con la reducción de costos asociados, estas operaciones se han desarrollado en el proyecto de la rampa 440.

La perforación en una sección 4,50 m x 4 m con una malla de perforación de 54 taladros, un avance promedio de 3.20 m que implica una eficiencia de avance de 88%, aplicando las estrategias del benchmarking se ha remontado a una nueva malla de perforación adecuada de 46 taladros en la sección de 4.50 m x 4 m, logrando un avance de 3.48 m alcanzando una eficiencia de 95%, reduciendo 8 taladros y un importante incremento lineal de avance de 0.28 m significa la mejora en la productividad.

La voladura se realiza utilizando como explosivo ANFO tradicional y como iniciador se utiliza cartuchos Emultex CN de 7/8"x8" o 1"x8". Los resultados de control sin mejora se manifiestan en factor de carga 2.22 Kg/m³ y el factor de potencia 0.79 Kg/Tn; los nuevos resultados aplicando la herramienta Benchmarking es de factor de carga 1.82 Kg/m³ y factor de potencia y 0.65 Kg/Tn, que significa una reducción de 0.14 Kg/Tn.

La limpieza y acarreo lo hace un scooptram, esta operación reporta un aumento en el volumen de 77.36 m³ a 83.31 m³ por el aumento de longitud de la barra de perforación

que significa 4 a 5 lamponadas que no significa mucho en rendimiento económico comparado con los obtenidos en la perforación y disparo.

El sostenimiento de la labor se mantiene con los mismos estándares, en resumen, no afecta en los rendimientos económicos del proyecto.

Para darle soporte al estudio, es preciso determinar algunos parámetros técnicos como es el estudio de la geomecánica, esta discusión es amplia porque de ello depende la optimización de las operaciones unitarias de perforación; voladura; limpieza acarreo y sostenimiento.

5.4 Determinación de la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la Rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023

5.5.1. Cálculo de la resistencia a la compresión uniaxial de matriz rocosa

Se ha realizado mediante dos ensayos para estimar la resistencia a la compresión mediante la resistencia a la compresión uniaxial del macizo rocoso, primero se realizó mediante el ensayo a compresión uniaxial y el segunda mediante el martillo Schmidt.

Tabla 11 — Resultados de ensayo a compresión uniaxial

Ensayos de resistencia a compresión uniaxial					
Dominio estructural 01					
Muestra	Litología	Diámetro	Longitud	Carga (P)	C
		(mm)	(mm)	(kN)	(MPa)
EM-1	Andesita	54	125	315.20	137.63
EM-2	Andesita	54	122	317.24	138.52
EM-3	Andesita	54	131	301.50	131.65
EM-4	Andesita	54	132	305.14	133.24
Promedio					135.26
Dominio estructural 02					
Muestra	Litología	Diámetro	Longitud	Carga (P)	C
		(mm)	(mm)	(kN)	(MPa)
EM-1	Andesita	54	121	301.21	131.52
EM-2	Andesita	54	130	305.01	133.18
EM-3	Andesita	54	132	310.55	135.60

EM-4	Andesita	54	132	280.14	122.32
Promedio					130.65
Dominio estructural 03					
Muestra	Litología	Diámetro	Longitud	Carga (P)	C
		(mm)	(mm)	(kN)	(MPa)
EM-1	Andesita	54	120	315.68	137.84
EM-2	Andesita	54	125	311.25	135.90
EM-3	Andesita	54	135	225.85	98.61
EM-4	Andesita	54	135	295.04	128.83
Promedio					125.30
Promedio total					130.40

Extraída del laboratorio de mecánica de rocas de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Unamba

La ecuación utilizada de la resistencia a compresión uniaxial es el siguiente modelo matemático:

$$\sigma_c = \frac{P}{\pi \frac{D^2}{4}}$$

donde:

P: Carga ultima (N)

D: Diámetro del espécimen (mm)

(se adjunta los cálculos en el anexo cálculo de resistencia a la compresión uniaxial)



5.4.1.1 Cálculo de la resistencia a la compresión simple de matriz rocosa mediante el martillo Schmidt

Tabla 12 — Estimación de esfuerzo de compresión usando el martillo Schmidt de la rampa 440

Item	Índice de rebote campo	Índice de rebote validos
1	48	49
2	46	48
3	44	48
4	42	46
5	46	46
6	42	46
7	46	45
8	40	45
9	38	45
10	48	45
11	45	
12	45	
13	40	
14	42	
15	32	
16	34	
17	45	
18	45	
19	42	
20	49	
PROMEDIO:		46.3
CONTAR		10
UCS:		117 MPa

Extraído de area de geología MACDESA

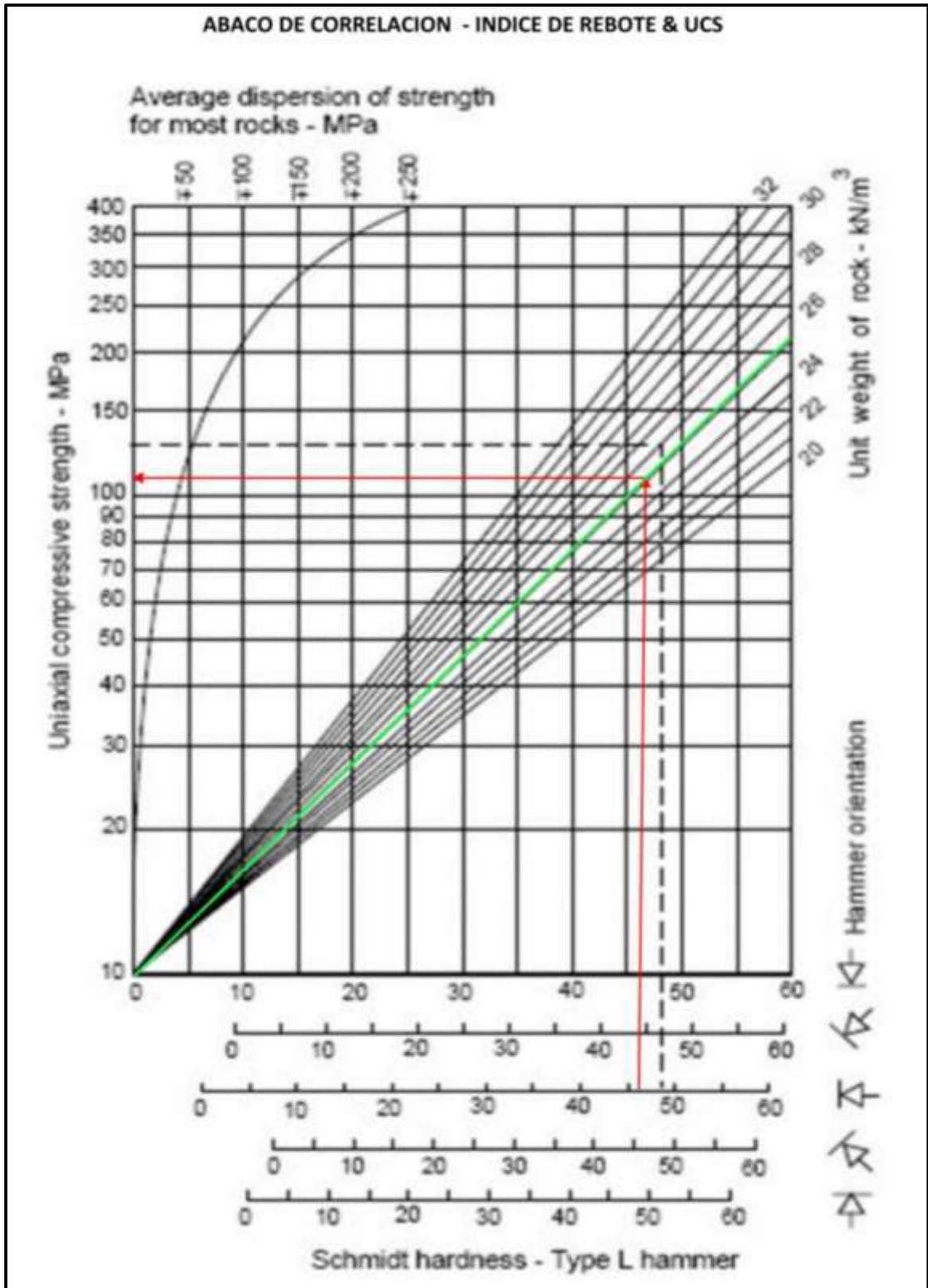


Figura 11 — Abaco de correlación – Índice de rebote y UCS



SISTEMA RMR										
PARÁMETROS		VALOR							VALOR	
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		130.4	>250 (15)	X	100-250 (12)	50-100 (7)	25-50 (4)	<25(2) <5(1) <1(0)	12	
RQD (%)			90-100 (20)		75-90	X	50-75 (13)	25-50 (8)	<25 (3)	
Espaciamiento de discontinuidades (cm)			>2m (20)		0,6-2 m (15)	0,2-0,6m (10)	X	0,06-0,2m (8)	< 0,06m (5)	
CONDICION DE DISCONTINUIDADES										
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Persistencia	<1m long. (6)	1-3 m Long.	X	3-10m (2)	10-20 m (1)	> 20 m (0)
D1	45	230	3	Abertura	Cerrada (6)	<0.1mm apert. (5)	0,1-1,0mm	X	1 - 5 mm (1)	> 5 mm (0)
D2	28	145	4	Rugosidad	Muy rugosa (6)	Rugosa	X	Lig.rugosa (3)	Lisa (1)	Espejo de falla (0)
D3	78	110	5	Relleno	Limpia (6)	Duro < 5mm	X	Duro> 5mm (2)	Suave < 5 mm (1)	Suave > 5 mm (0)
				Alteración	Sana (6)	Lig. Intempe. (5)	Mod.Intempe.	X	Muy Intempe. (2)	Descompuesta (0)
Agua subterránea					Seco (15)	X	Húmedo (10)	Mojado (7)	Goteo (4)	Flujo (0)
Orientación									-5	
		RMR ₈₉ (Basico) =							45	
		RMR ₈₉ (Corregido) =							40	
Condiciones secas		RMR' ₈₉ (Condiciones Secas)=							50	
JRC		RMR		100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0	III B	
(BARTON BANDIS)		DESCRIPCION		I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA		

Figura 12 — Valoración del RMR

5.5.2. Cálculo del RQD en la Rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas

Para el cálculo de RDQ se usó la formula $RQD=115-3.3(J_v)$, esta fórmula según (RODRIGUEZ, 2007). Siendo la formula del mapeo por celdas de Palmstrom (1982).

Según el mapeo geomecánico realizado se obtuvo un $J_v = 16.11$.

$$RQD = 115 - 3.3(J_v)$$

$$RQD = 115 - 3.3(16.20)$$

$$RQD = 61.84 \%$$

$$RQD = 62 \%$$



SISTEMA DE CLASIFICACION Q										
PARAMEROS		RANGO								VALOR
RQD %	RQD	62		%						62
Número de discontinuidades	J _n	4 D								12
Número de rugosidad	J _r	Lisa								3
Número de alteración	J _a	ligero								1
Número de agua subterránea	J _w	seco								1
Factor de reducción de esfuerzos (estado tensional)	SRF	tension elevada								2
$Q = (RQD/J_n) \times (J_r / J_a) \times (J_w / SRF)$									Q =	7.75
$Q' = (RQD/J_n) \times (J_r / J_a)$									Q' =	15.50
RMR = 9 Ln Q + 44	62	62								
RMR' = 9 Ln Q' + 44	69	69								
Q	1000-400	400-100	100-40	40-10	10-4,0	4-1,0	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	BUENA
DESCRIPCION	EXCEPCION ALMEMENTE BUENA	EXTREMEN ADAMENTE BUENA	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	POBRE	MUY POBRE	EXTREMENADAMENTE POBRE	EXCEPCION ALMEMENTE POBRE	

Figura 13 — Calculo de Q del macizo rocoso de la Rampa 440 Unidad operativa Cuatro horas

El estudio ha determinado que las operaciones unitarias en la rampa 440, se han estado desarrollando en cumplimiento de los planes estratégicos sin considerar la eficiencia en los procedimientos de las operaciones unitaria, esto debido a una falta en los planes operacionales de directa responsabilidad del supervisor de línea y los trabajadores. Implica una falla en la administración operacional del proyecto, la gestión de la plana inferior está siendo deficiente por falta de identificación y compromiso con la empresa, debido a la falta de conocimiento de algunos elementos técnico como es la geomecanica y su aplicación en las operaciones unitarias. Aprovechando de la herramienta Benchmarking teniendo como referencia las operaciones unitarias que se desarrollan, nos permitirá mejorar y alcanzar óptimos resultados.



DISCUSIONES

Discusión general:

La intención de esta investigación fue de aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023, se demostró que al realizar el estudio de las clasificaciones de RMR planteada por Bieniawski, por lo que el RMR corregido del macizo rocoso es de 44, además de haber realizado el mapeo geomecanico se estimó el Índice Q de Barton de 7.75, A partir de ella haciendo uso de la ecuación de correlación de hizo el reajuste del RMR resultando un RMR de 50 según este valor la calidad de macizo rocoso es buena, sin embargo por la presencia de aguas y en condiciones desfavorables se consideró el RMR de 40 y siendo la calidad de la roca de clase III de su clase de III-A calidad regular.

Este hallazgo guarda relación encontrado por (ARANGO MARCAÑAUPA, 2020) quien al estudiar la “Elección del tipo de sostenimiento requerido por cambio del dominio estructural en la construcción del nuevo pique yauricocha” presenta resultados que la nueva zona como roca buena con un RQD de 69 %; el nuevo tipo de sostenimiento será mediante pernos Hydrabolt de 3 m de longitud y estarán espaciados cada 1.5 m a lo largo de todo el contorno del pique, estos serán reforzados mediante mallas metálicas galvanizadas de 4.19 mm de diámetro con una luz de 50 mm x 50 mm, Con un revestimiento de shotcrete de 3 pulgadas de espesor y una resistencia mínima de los mismos de 340 kgf/cm².

En ese sentido cabe comparar resultados que ciertamente son muy diferentes puesto que cada mina tiene su propia litología, su mineralogía, etc, que sin embargo se puede precisar del RQD puso estimar el sostenimiento mediante Hydrabolt de 3 m de longitud y estarán espaciados cada 1,5 m.

La intención de esta investigación fue de aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023, se demostró que al realizar el estudio de las clasificaciones de RMR está planteada por Bieniawski, por lo que el RMR corregido del macizo rocoso es de 48, además de haber realizado el mapeo geomecanico se estimó el Índice de Q de Barton de 8,13. A partir de ella haciendo uso de la ecuación de correlación de hizo el



reajuste del RMR resultando un RMR de 58 según este valor la calidad de macizo rocoso es de buena, sin embargo por la presencia de aguas y en condiciones desfavorables se consideró el RMR de 48 y siendo la calidad de la roca de clase III de su clase de III-A calidad regular.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La clasificación geomecánica mediante las propiedades mecánicas del macizo rocoso, se obtuvo mediante la clasificación de RMR de Bienawski, se obtuvo valores y se estableció para esta investigación un RMR de 48.

Con lo que corresponde a la determinación de índice de Q de Barton del macizo rocoso, de haber realizado el mapeo geomecánico se obtuvo un índice de Q de 7.75 y índice corregido de Q' de 15.50, por lo que este valor se estableció como resultado en esta investigación y el RQD promedio de 62 %.

Finalmente se calculó de dos maneras la resistencia a la compresión de la roca predominante de la caja techo, hastial derecho y hastial izquierdo, la primera mediante el ensayo de carga uniaxial y la segunda mediante el martillo Schmidt, La resistencia según el ensayo de resistencia a la compresión uniaxial se obtuvo el valor de la resistencia de 130.40 MPa en promedio total y la otra forma mediante el ensayo del martillo Schmidt se obtuvo una resistencia de 118 MPa.

- La clasificación geomecánica mediante las propiedades físicas del macizo rocoso se consideraron las principales propiedades físicas la densidad, el peso específico aparente, porosidad aparente y absorción, de las cuales se obtuvo resultados mediante laboratorio siendo una densidad de 2.96 gr/cm³, P.E.A de 26.20 kN/m³, P.A. de 2.80 % y Absorción de 1.02 %, estos resultados son los determinantes directos en las características mecánicas del macizo rocoso; sin embargo, mediante esta investigación se concluye que no se puede estimar el tiempo de autososte con las propiedades físicas del macizo rocoso.
- El estudio ha determinado que las operaciones unitarias en la rampa 440, se han estado desarrollando en cumplimiento de los planes estratégicos sin considerar la eficiencia en los procedimientos de las operaciones unitaria, esto debido a una falta en los planes operacionales de directa responsabilidad del supervisor de línea y los trabajadores. Implica una falla en la administración operacional del proyecto, la gestión de la plana



inferior está siendo deficiente por falta de identificación y compromiso con la empresa, debido a la falta de conocimiento de algunos elementos técnico como es la geomecánica y su aplicación en las operaciones unitarias. Aprovechando de la herramienta Benchmarking teniendo como referencia las operaciones unitarias que se desarrollan, nos permitirá mejorar y alcanzar óptimos resultados.



6.2 Recomendaciones

- Se recomienda siempre, que para antes de realizar los diseños de ingeniería para la ejecución de labores subterráneas es indispensable estudiar las propiedades mecánicas y físicas del área a intervenir, en este caso rocas y podrían existir cuerpos de agua, cuerpos de material de suelo. Esto directamente influye en el diseño y consecuentemente en la planificación para asegurar el costo y los recursos como maquinarias y personal.
- Se recomienda que, una vez obtenida el planeamiento de mina, ahora en estos tiempos donde la vanguardia de la minería se ve de un enfoque distinto existiendo herramientas de una buena administración y gestión se recomienda su aplicación en este caso se planteó benchmarking con una buena intención de contribuir ya que muchas de nuestras operaciones mineras en nuestro país no aceptan un cambio y está aferrándose a lo tradicional.
- Se recomienda usar investigar y poner en práctica herramientas de gestión de operaciones mineras sobre en las minas de pequeña minería y minería artesanal su implementación consideramos que sería rápida y práctica está por lo general su personal es reducida a comparación de operaciones mineras en las que tienen personal de considerable cantidad, sería muy distinto que las minas practiquen estas gestiones y de manera que ayudaría mucho en la optimización de sus distintos procesos, de esta manera mejoraría inclusive sus utilidades y con mucha razón el cuidado del recurso más valioso su personal.
- Se recomienda en usar herramientas de gestión sea de calidad o de mejoras en todas las áreas de la actividad minera, de modo que se obtienen mejores resultados, el cumplimiento de las exigencias de la legislación minera y sobre todo desarrollar una actividad minera cuidando la vida humana y el medio ambiente.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO VALDES, Fabiola. 2020. Modelamiento geostatístico de la clasificación geomecánica de bieniawski (RMR). Santiago de Chile : s.n.

ARANA CABRERA, Jhonny Alex y CUEVA ROMERO, Jimmy Gerardo. 2019. Caracterización geomecánica del macizo rocoso y su influencia en el tipo de sostenimiento en el nivel 05 de la mina subterránea paredones, san pablo, Cajamarca, 2019. Cajamarca : s.n.

ARANGO MARCAÑAUPA, Eber. 2020. Elección del tipo de sostenimiento requerido por cambio del dominio estructural en la construcción de nuevo pique yauricocha. Huancayo : s.n.,

ATAPOMA DORREGARAY, Jhair Mario. 2019. Optimización de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina de Tajo Norte de Sociedad Minera el Brocal, implementando el sistema de despacho Mine Sense. Cerro de Pasco : s.n.

BEHAR RIVERO, DANIEL SALOMON. 2008. Metodología de la Investigación. 2008. 9789592127837.

Behar, Daniel Salomón. 2008. Metodología de la investigación. Bogotá, Colombia : Shalom, 2008. pág. 94. ISBN: 978-959-212-783-7.

BENAVENTE, David, BERNABEU , Ana y CAÑEVERAS, Juan. 2004. Estudio de propiedades físicas de las rocas. Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante. Valencia : s.n., 2004. pág. 65.

BRAJA M., Das. 2015. Fundamento de ingeniería geotécnica. s.l. : GENGAGE Learning.

CALAMA NINA, Alexander. 2021. Evaluación geomecánica para la selección del tipo de sostenimiento en la construcción de la rampa-440, en la minería aurífera cuatro de enero S.A. (MACDESA)-Arequipa. Cusco : s.n.

CAYETANO ARIAS , MIRIAM ROXANA y GONZALES HUAYLLA , NATALY. 2019. APLICACION DEL BENCHMARKING PARA OPTAR EL TÍTULO LA LOGÍSTICA EN LA UNIDAD DE UCHUCHACUA DE LA COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A-2017. [En línea] UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION. [Citado el: 31 de 05 de 2024.] chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1884/1/T026_71092383_T.pdf. 38.

CAYETANO ARIAS, Miriam Roxana y GONZALES HUAYLLACA , Nataly. 2019. Propuesta de una clasificación geomecánica para la evaluación del comportamiento del macizo rocoso en el frente de arranque del Tunel Levisa-Mayari Tramo IV. Cerro de Pasco : s.n.

CHAMBI ANDRADE, Jorge Felipe. 2012. Optimización de los procesos de desarrollo y construcción en minería de block caving caso estudio mina el teniente Codelco Chile. Santiago de Chile : s.n.



CHIAVENATO, Idalberto. 2001. Iniciacion a la organizacion y tecnica comercial.

CISNEROS MENDOZA , MAGALY ZOSIMA y PAUCAR SOTO, MAGALY IRENE . 2018. EL BENCHMARKING Y SU INCIDENCIA EN LA GESTION DE LA MUNICIPALIDAD DRISTRITAL DE HUARIACA, PASCO 2017. [En línea] UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDEZ CARRION, 2018. [Citado el: 31 de 05 de 2024.]

<http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/617/1/TESIS%20BENCHMARKING.pdf>. 35.

DAS, Braja M. 2015. Fundamentos de Ingenieria Geotecnica. Cuarta edicion. s.l. : CENGAGE Learning.

DIAZ JIMENEZ, Maximiliano Templar. 2017. Benchmarking de sistemas de manejo de materiales implementados en la mina el teniente y análisis del riesgo para la selección del manejo de materiales de un nuevo sector productivo. Santiago de Chile : s.n.

EGG, Ezequiel Ander. 2011. Aprender a investigar. Buenos Aires : Brujas. 9789875912717.

FLORES CHAVEZ, Guillermo Jhoel. 2021. Caracterizacion geomecanica del macizo rocoso para determinar el tipo de rocoso para determinar el tipo de sostenimiento en la consecion minera subterranea zenit 1, distrito san luis. Cajamarca - Peru : s.n.

GAITÁN CORTEZ, YARI CARMEN . 2005. APLICACION DE LA HERRAMIENTA BENCHMARKING EN LA OCV MONTERREY. [En línea] INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY, 05 de 2005. [Citado el: 31 de 05 de 2024.] https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/572403/DocsTec_2529.pdf. 28.

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. 2014. Metodologia de la investigacion. Mexico : s.n., 2014. 9781456223960.

HOYOS PATIÑO, Fabian. 2012. Getecnia diccionario basico. Medellin : s.n., 2012.

Instituto Tecnológico Geominero de España. 1994. Manual de perforacion y voladura de rocas. Madris : s.n., 1994. pág. 15. 84-7840-164-4.

IÑIGUEZ TORAL, Diana Camila. 2020. Velocidad de Corte en Rocas y su relacion con la Resistencia a la Compreseion Simple. Cuenca - Ecuador : s.n.

LERMA GONZALES, Hector Daniel. 2009. Metodologia de la investigacion. Bogota : s.n., 2009. 9789586486026.

MENDOZA SOLIS, Gonzalo Augusto y CARRILLO CASSIA, Gonzalo Martin. 2018. Analisis de la eficacia en el cuimplimiento del estandar internacional de responsabilidad social empresarial, norma sa8000, en las practicas de relaciones laborales de la compañía minera antamina en el año 2017. Lima : s.n. pág. 29.

ÑAUPAS PAITAN, Humberto. 2014. Metodologia de la investigacion . Bogota : s.n. 9789587621884.



OCHOA QUESADA, Alexander. 2018. Propuesta de una clasificación geomecánica para la evaluación del comportamiento del macizo rocoso en el frente de arranque del Tunel Levisa-Mayari Tramo IV. Moa : s.n.

ORDOÑEZ GALVEZ, Juan Julio. 2011. Cartilla tecnica : aguas subterranas - acuíferos. Lima : s.n. pág. 11.

PAEZ ARBELAEZ, Katherine Veronica y SUAREZ GAMARRA, Katherine Pamela. 2019. Desarrollo de estrategias de benchmarking para empresas Guayaquileñas exportadoras de productos agrícolas orientado al mercado europeo. Guayaquil - Ecuador : s.n.

PAQUERA QUISPE, Felix Alexander. 2021. Aplicación de modelo de predicción de vibraciones de mina para reducir el impacto por voladura de rocas en mina Toquelapa. Moquegua : s.n. pág. 20.

PARI CHIPANA, Juan Gabriel. 2018. Dimensionamiento de equipos de carguío - acarreo y optimización del plan de mantenimiento de vías para los tajos pampa verde y san pedro sur mina la Zanja s.r.l. Arequipa : s.n.

PRADO RAMOS, Felix B. 1989. Control de operaciones mineras.

QUICHCA TORRES, Grover. 2012. Relación entre la calidad de gestión administrativa y el desempeño docente según los estudiantes del I al VI ciclo 2010-I del instituto superior particular "La pontificia" del distrito Carmen alto provincia de Huamanga Ayacucho-Peru. Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima : s.n.

Ramirez Oyanguren, Pedro y Alejano Monge, Leandro. 2004. Mecánica de Rocas: Fundamentos e ingeniería de Taludes.

RAMIREZ OYANGUREN, Pedro y ALEJANO MONGE, Leandro. 2004. Mecánica de Rocas: Fundamentos e Ingeniería de Taludes.

RODRIGUEZ DIAZ, Miguel Angel. 2012. Mecánica de rocas. Madrid : s.n., 2012.

RODRIGUEZ, Javier Alonso. 2007. Ingeniería geológica: Caracterización de macizos rocosos. Madrid : s.n. pág. 15.

2007. Ingeniería Geológica: Caracterización de macizos rocosos. Oviedo : s.n. pág. 14.

ROMERO SOTO, ITZEL, y otros. 2021. Análisis del control operacional correspondiente al sistema integrado de gestión de la CCC Norte Durango, para su mejora. México : Congreso internacional de investigación académica Journals, 2021. 1946-5351.

SAEZ, Esteban. 2010. Fundamentos de Geotecnia. s.l. : ICE.

SALAZAR ISLA, Edgar Samir. 2020. Evaluación geomecánica para determinar el tipo de sostenimiento en tajeos de explotación por el método de corte y relleno ascendente Unidad Minera Yauricocha-Sociedad Minera Corona S.A. Huancayo : s.n.



SERRA SALVADOR, Vicente, VERCHER BELLVER, Salvador y ZAMORADO BENLLOCH, Vicente. 2005. Sistemas de control de gestion: Metodologia para su diseño e implmentacion. Barcelona : s.n. pág. 32.

Servicio geologico minero argentino. 2001. Hidrologia ambiental. Buenos Aires : Instituto de geologia y recursos minerales. pág. 1. ISSN 03289052.

SOLANO CRUZ, Giovanni. 2020. Mejora continua al sistema de aseguramiento de la calidad de las auditorias internas. San Jose de Costa Rica : s.n. pág. 21.

TACURI GAMBOA, Amilcar. 2017. Evaluacion geomecanica del macizo rocoso para la aplicacion del sostenimiento en la mina hercules-cia minera Lincuna s.a. Ayacucho : s.n.

TANNER, Steve y MACDONALD, John. 2000. Aprenda las claves del benchmarking. Barcelona : Ediciones Gestion 200, págs. 8,10. 84-96426-71-8.

THOMAS CABRERA, Carlos Enrique. 2014. Estudio comparativo entre requerimientos de soporte y fortificacion de tuneles definidos segun metodos empiricos de clasificaciones geomecanicas versus metodos analiticos y numericos. Santiago de Chile : s.n.

VALDIVIA DONAYRE, Alex Fredy. 2020. Estimacion del comportamiento geomecanico, mediante metodo de kriging para el macizo rocoso del cerro callacpuma-sector huayrapongo,2020. Cajamarca-Peru : s.n.



ANEXOS



ANEXO I

Tabla 13 — Matriz de consistencia

Aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones e indicadores	Metodología
<p>General ¿Cómo influye la aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la Rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023?</p>	<p>General Determinar la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023.</p>	<p>General Existiría una relación significativa entre la aplicación de la herramienta benchmarking con la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023,</p>	<p>1er, Variable independiente (x): Aplicación de la herramienta benchmarking</p>	<p>Dimensión (1) Gestión administrativa indicadores - Empresa - Planeamiento operacional - Organización operacional - Dirección operacional - Control operacional</p>	<p>Enfoque de investigación a,- Cuantitativo tipo de investigación a,- Aplicada o tecnológica b,- Descriptivo c,- Explicativo</p>
<p>Específicos PE (1) ¿Cómo influye la aplicación de la herramienta benchmarking en la gestión administrativa para la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023?</p> <p>PE (2) ¿Cómo influye la aplicación de la herramienta benchmarking en los controles operacionales en la optimización de las operaciones en la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023?</p> <p>PE (3) ¿Cómo influye la aplicación de la herramienta benchmarking en las operaciones unitarias en la optimización de las operaciones en la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023?</p>	<p>Específicos OE (1) Determinar la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en la gestión administrativa para la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023,</p> <p>OE (2) Determinar la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en los controles operacionales en la optimización de las operaciones en la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023,</p> <p>OE (3) Determinar la relación de aplicación de la herramienta benchmarking en las operaciones unitarias en la optimización de las operaciones en la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023</p>	<p>Específicos HE (1) Existiría una relación significativa entre la aplicación de la herramienta benchmarking y la gestión administrativa para la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023,</p> <p>HE (2) Existiría una relación significativa entre la aplicación de la herramienta benchmarking en los controles operacionales en la optimización de las operaciones en la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023,</p> <p>HE (3) Existiría una relación significativa entre la aplicación de la herramienta benchmarking en las operaciones unitarias en la optimización de las operaciones en la rampa 440 unidad operativa Cuatro Horas Arequipa 2023?</p>	<p>2da, Variable dependiente (y): Optimización de las operaciones mineras</p>	<p>Dimensión (2) Parámetros técnicos indicadores - Geomecánicos - Geológicos - Hidrológicos - Equipos - Servicios</p> <p>Dimensión (1) Controles operacionales indicadores - Eficacia - Eficiencia - Productividad - Competitividad - Costos</p> <p>Dimensión (2) operaciones unitarias indicadores - Perforación - Voladura - Limpieza - Acarreo - Sostentamiento</p>	<p>Nivel de investigación a,- Descriptivo técnicas a,- Muestreo b,- Observación</p>



ANEXO II

PANEL FOTOGRAFICO



Figura 14 — Ejecución de la rampa se observa la sección de la rampa



Figura 15 — Equipos en la ejecución de la rampa



Figura 16 — Control topográfico en la ejecución de la rampa



Figura 17 — Control topográfico y geométrico de la rampa en la ejecución de la rampa



Figura 18 — Cuarteo de muestra para realizar la estimación de propiedades físicas



Figura 19 — Sección de la rampa con la debida instalación



Figura 20 — Sección de la rampa con la debida instalación



Figura 21 — Registro fotográfico después de la jornada en la ejecución de la rampa



Figura 22 — Registro fotográfico con vista panorámica



Figura 23 — Registro fotográfico con equipos en la ejecución de la rampa

ANEXO III

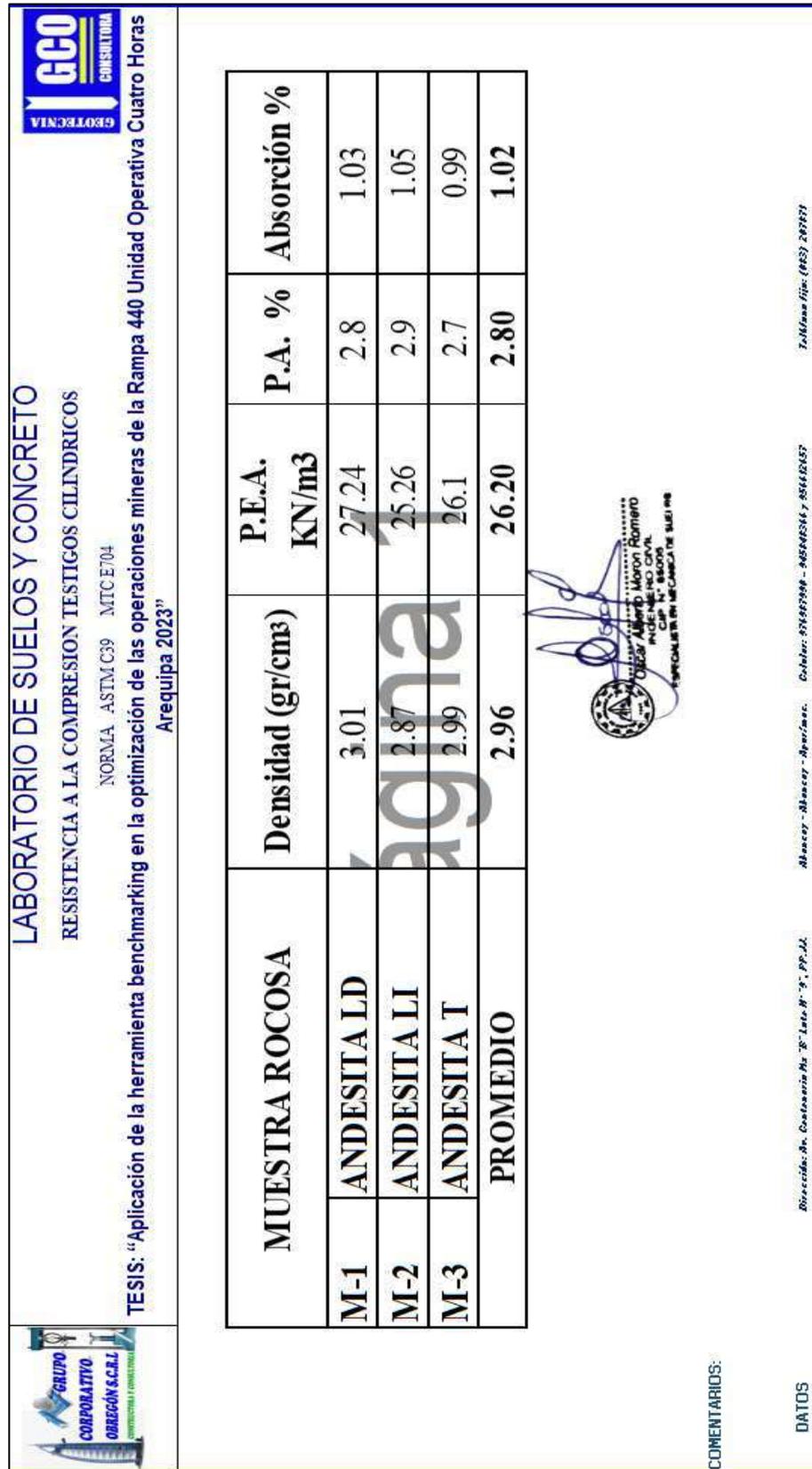


Figura 24 — Resultados de ensayos de propiedades físicas

Página: 1

Resumen del procesamiento del presupuesto

Presupuesto: 1101001 Aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa cuatro horas Arequipa 2023

Subpresupuesto: 001 Aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa cuatro horas Arequipa 2023

ESTADISTICAS	Faltantes	Verificados
ITEMS		6
METRADOS	0	5
ANALISIS DE COSTOS	0	5
PRECIOS	0	14
ITEMS		
		Total
PARTIDAS		5
FORMATOS		0
TITULOS Y SUBTITULOS		1
COSTOS		
	Monto S/.	
COSTO DIRECTO	209.84	
COSTO INDIRECTO	0.00	
TOTAL	209.84	
MANO DE OBRA	73.39	
MATERIAL	23.14	
EQUIPOS	113.31	
SUBCONTRATOS	0.00	

Figura 25 — Resumen de insumos y precios



Página: 1

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra: 1101001 Aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa cuatro horas Arequipa 2023

Subpresupuesto: 001 Aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad

Fecha: 11/09/2023

Lugar: 040308 AREQUIPA - CARAVELI - CHAPARRA

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	1.1173	21.06	23.53
0101010004	OFICIAL	hh	0.2667	19.00	5.07
0101010005	PEON	hh	2.2347	18.46	41.25
0101030009	AYUDANTE DE JUMBO	hh	0.1920	18.46	3.54
					73.39
MATERIALES					
0201030001	GASOLINA	gal	0.1500	21.50	3.23
0201040001	PETROLEO D-2	gal	0.9500	18.50	15.73
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	0.2500	1.75	0.44
0231100001	MADERA ROLLISO PARA SOSTENIMIENTO	p2	0.2500	2.50	0.63
0255100001	ULTREX 5000 Y MAGNAFRAG 3000	kg	0.1500	19.00	2.85
0255120001	DETONANTES PARA PERFORACION	kg	0.0500	2.50	0.13
0258090001	ACCESORIOS DE VOLADURA	und	0.0059	22.00	0.13
					23.14
EQUIPOS					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			2.88
0301040002	ELECTRICIDAD	dia	1.0000	0.03	0.03
0301090001	JUMBO Sandvik DD311	hm	0.0640	1,500.00	96.00
0301180003	SCOOPTRAM 6.0 YD3	hm	0.3200	45.00	14.40
					113.31
Total				S/.	209.84

Figura 26 — Analisis de costos unitarios

Página: 1

Presupuesto

Presupuesto: 1101001 Aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa cuatro horas Arequipa 2023

Subpresupuesto: 001 Aplicación de la herramienta benchmarking en la optimización de las operaciones mineras de la rampa 440 unidad operativa cuatro horas Arequipa 2023

Cliente: Javier Ramos Tenoco y Yhonny Strymder Carrasco Taipe

Lugar: AREQUIPA - CARAVELI - CHAPARRA

Costo al: 11/09/2023

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	DIAGNOSTICO DE COSTOS DE OPERACIONES UNITARIAS				209.84
01.01	PERFORACION	m	1.00	104.04	104.04
01.02	VOLADURA DE ROCAS	m3	1.00	26.67	26.67
01.03	LIMPIEZA Y ACARREO DE MATERIAL DISPARADO	m3	1.00	33.88	33.88
01.04	SOSTENIMIENTO DE LA RAMPA	m2	1.00	23.82	23.82
01.05	SERVICIOS AUXILIARES	grs	1.00	19.43	19.43
Costo Directo					209.84
SON: DOS CIENTOS NUEVE Y 84/100 NUEVOS SOLES					

Figura 27 — Analisis de costos unitarios



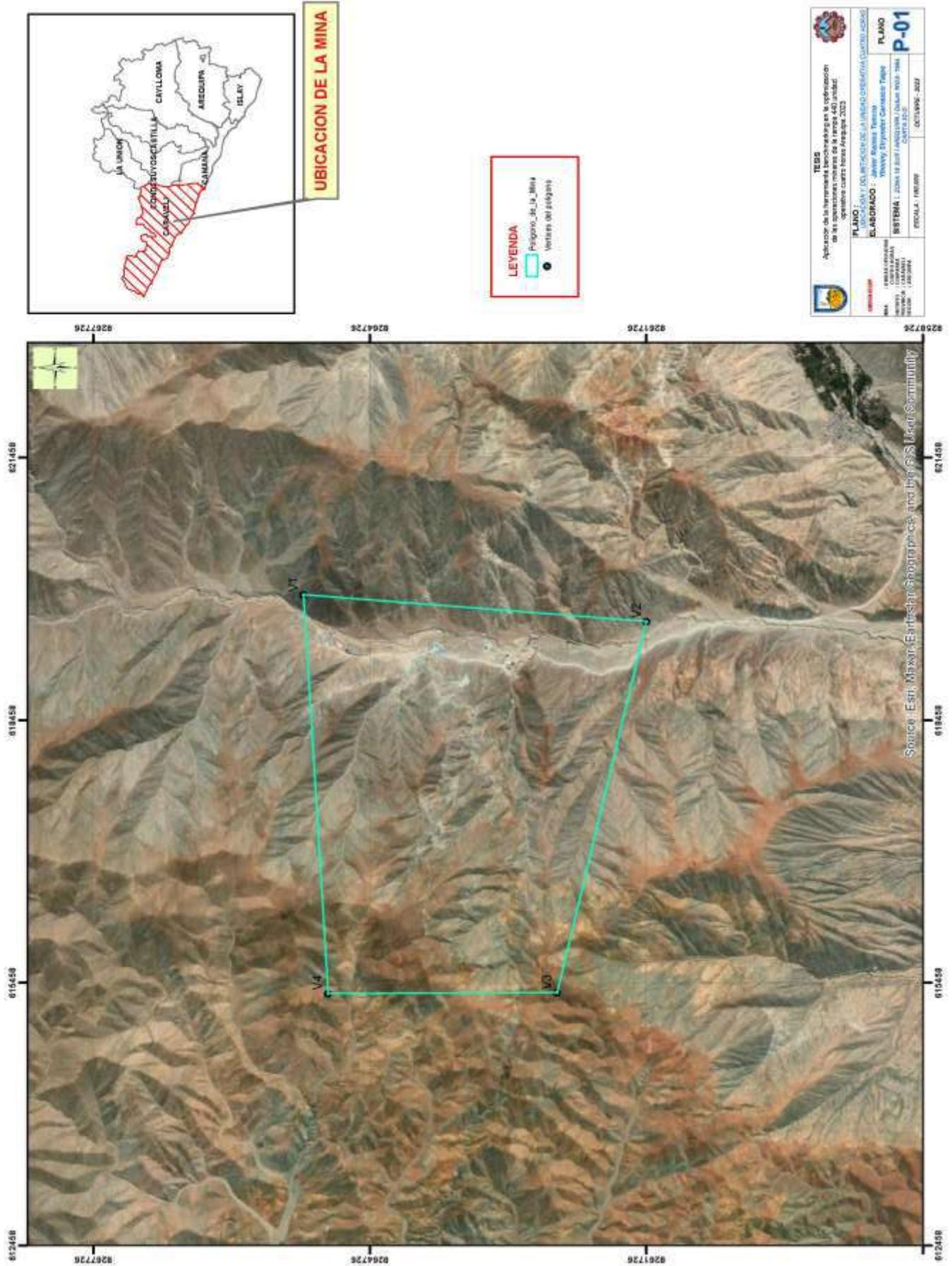


Figura 28 — Plano de ubicación y topografico

