UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EARNED VALUE MANAGEMENT (EVM) EN EL PROYECTO MINERO DE REFORZAMIENTO DE TÚNEL EN LA EMPRESA MINERA JOAQUÍN - AREQUIPA

TESIS

Presentada por:

Bach. DANTE ANTONY HOLGUIN SALAS

Para optar el título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Línea de Investigación:
Planificación minera

MOQUEGUA – PERÚ
2024

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

Folio N° 037

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]

Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]

Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:
RESOLUCION DE FACULTAD N°010-2024-FACIA-UNAM

Fecha: 15 de Marzo

III. El Jurado ha dictaminado la (el) TESIS, TITULADO:
"APLICACION DE LA METODOLOGIA EARNED VALUE MANGEMENT (EVM) EN EL PROYECTO MINERO DE REFORZAMIENTO DE TUNEL EN LA EMPRESA MINERA JOAQUIN - AREQUIPA"

Bachiller: DANTE ANTONY HOLGUIN SALAS

Asesor Principal: Dr. Arquimedes León Vargas Luque

Co-Asesor : .....

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por MAYORÍA la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: QUINCE (15) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO DE MINAS.

Siendo las 11:00 horas, del 20 de Marzo del año 2024 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado

Presidente
MARLOS LUIS QUISPE PEREZ
(Nombres y Apellidos)

Primer Miembro
Mgt. JUAN ELIAS ROJAS CONDORI
(Nombres y Apellidos)

Segundo Miembro
AGAPITO FLORES-JUSTO
(Nombres y Apellidos)

Bachiller
DANTE ANTONY HOLGUIN SALAS
(Nombres y Apellidos)

DEDICATORIA

A Dios,

Por darme fortaleza, fe y esperanza necesarias para seguir adelante. Gracias por estar presente en cada paso de este viaje, guiando mis decisiones y bendiciendo mi camino.

A mis queridos padres,

Por su apoyo, amor y sabiduría que han sido la luz en este viaje de aprendizaje y descubrimiento. Su presencia y aliento han sido fundamentales en cada paso de este camino.

A mis docentes,

Por su guía académica invaluable, su dedicación y por retarme a superar mis propios límites. Ustedes han sido inspiradores en este camino del conocimiento.

Gracias a todos por ser parte de esta jornada y por contribuir a la realización de este sueño.

AGRADECIMIENTO

Con profunda gratitud y reconocimiento, dedico estas palabras a todos aquellos que han sido pilares fundamentales en mi viaje académico y en la culminación de esta tesis.

Extiendo mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Moquegua y a los estimados profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas. Su compromiso con la excelencia educativa y su incansable dedicación han sido cruciales en mi formación como profesional. Las lecciones aprendidas bajo su tutela han sido no solo académicas, sino también de vida, marcando cada etapa de mi aprendizaje con sabiduría.

Mi más sincero agradecimiento a la empresa, así como a PMP Ing. John Moya y Mgtr. Lic. Daniel Durand y a todos los colaboradores involucrados en esta investigación, su apoyo, conocimientos y consejos han sido fundamentales para el éxito de este proyecto. Agradezco profundamente su generosidad y espero poder continuar nuestra colaboración en el futuro.

Un especial reconocimiento al Dr. Ing. Arquímedes León Vargas Luque, cuyo asesoramiento experto y compañerismo han sido fundamentales en la dirección y realización de esta investigación. Su apoyo constante y perspectiva enriquecedora han sido una fuente de inspiración.

Cada paso de este viaje ha sido posible gracias a la fe, el apoyo y la confianza que cada uno de ustedes ha depositado en mí. Este logro no solo representa mi esfuerzo, sino también el compromiso y la dedicación de todos los que me han acompañado en este camino.

Gracias por ser parte esencial de esta importante etapa de mi vida.

RESUMEN

La presente investigación titulada " Aplicación de la Metodología Earned Value Management (EVM) en El Proyecto Minero de Reforzamiento de Túnel en la Empresa Minera Joaquín - Arequipa", se propone evaluar el impacto de la metodología EVM en la optimización de la gestión de un proyecto de reforzamiento de túnel en la Empresa Minera Joaquín. El objetivo principal es examinar cómo la implementación de EVM mejora la eficiencia en las fases de planeación y ejecución del proyecto. De manera específica, se pretende comparar y evaluar los beneficios obtenidos a través de esta metodología en dichas etapas. La metodología de investigación adoptada es de tipo comparativo, abordando inicialmente los retos identificados en las etapas de planeación y ejecución. Se establecen indicadores clave para medir el rendimiento inicial y la efectividad de las mejoras introducidas mediante la aplicación de la metodología. A lo largo del estudio, se analiza detalladamente cómo se ha integrado EVM en las distintas fases del proyecto, abarcando desde la instalación de soportes y perforaciones, hasta la realización de pruebas de resistencia y la coordinación con las entidades supervisoras. El enfoque del proyecto en el reforzamiento del túnel se evidencia en las actividades desempeñadas, que incluyen la instalación de soportes, perforación, colocación de mallas y pruebas de resistencia. Se pone especial énfasis en la sinergia entre estas actividades y en las operaciones mineras preexistentes. La implementación de la metodología EVM ha demostrado ser crucial en el control efectivo del avance del proyecto, facilitando la identificación de desviaciones en los aspectos temporales y financieros. Este análisis subraya la importancia estratégica de la EVM para una gestión más eficaz en proyectos mineros, especialmente en contextos de minería subterránea donde los retos son mayores y las consecuencias de una gestión deficiente pueden ser significativas. Adicionalmente, el estudio incorpora el desarrollo de un planeamiento estratégico para la implementación de EVM, resaltando su valor en la administración de proyectos mineros complejos. Se constata una mejora significativa en el logro de los objetivos del proyecto, evidenciando avances y ejerciendo un control efectivo en el ciclo de mejora continua. En

conclusión, la aplicación de la metodología EVM en el proyecto de reforzamiento de túnel en la Empresa Minera Joaquín ha resultado en una gestión notablemente más eficiente, permitiendo un manejo más riguroso de costos, tiempos y calidad. El estudio destaca la metodología EVM como una herramienta esencial para la mejora del rendimiento y la competitividad en la industria minera.

Palabras Clave: Earned Value Management (EVM), Indicadores clave, Rendimiento, Eficiencia y Control de Costos.

ABSTRACT

This research, titled "Application of the Earned Value Management (EVM) Methodology in the Tunnel Reinforcement Project at the Joaquín Mining Company - Arequipa," aims to evaluate the impact of the EVM methodology in optimizing the management of a tunnel reinforcement project at the Joaquín Mining Company. The main objective is to examine how the implementation of EVM improves efficiency in the planning and execution phases of the project. Specifically, it intends to compare and evaluate the benefits obtained through this methodology in these stages. The adopted research methodology is comparative, initially addressing the challenges identified in the planning and execution stages. Key indicators are established to measure initial performance and the effectiveness of the improvements introduced by applying the methodology. Throughout the study, it is analysed in detail how EVM has been integrated into the different phases of the project, covering everything from the installation of supports and perforations to the performance of resistance tests and coordination with supervisory entities. The focus of the project on tunnel reinforcement is evident in the activities performed, which include the installation of supports, drilling, placement of meshes, and resistance tests. Special emphasis is placed on the synergy between these activities and the pre-existing mining operations. The implementation of the EVM methodology has proven to be crucial in the effective control of the project's progress, facilitating the identification of deviations in temporal and financial aspects. This analysis underlines the strategic importance of EVM for more effective management in mining projects, especially in underground mining contexts where the challenges are greater and the consequences of poor management can be significant. Additionally, the study incorporates the development of a strategic plan for the implementation of EVM, highlighting its value in the administration of complex mining projects. A significant improvement in achieving the project's objectives is evidenced, demonstrating progress and exercising effective control in the continuous improvement cycle. In conclusion, the application of the EVM methodology in the tunnel reinforcement project at the Joaquín Mining Company has resulted in a

notably more efficient management, allowing for more rigorous control of costs, time, and quality. The study highlights the EVM methodology as an essential tool for improving performance and competitiveness in the mining industry.

Keywords: Earned Value Management (EVM), Key Performance Indicators, Performance, Efficiency, and Cost Control.

ÍNDICE

DEDICATORIA II
AGRADECIMIENTO III
RESUMEN IV
ABSTRACT VI
ÍNDICE VIII
ÍNDICE DE TABLAS XI
ÍNDICE DE FIGURAS XII
ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS XIII
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I 3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3
1.1. Descripción y Formulación del Problema 3
1.1.1. *Problema General* 4
1.1.2. *Problemas Específicos* 4
1.2. Objetivos 4
1.2.1. *Objetivo General* 4
1.2.2. *Objetivos Específicos* 4
1.3. Justificación e Importancia 4
1.3.1. *Justificación Teórica* 4
1.3.2. *Justificación Práctica* 5
1.3.3. *Justificación Metodológica* 5
1.3.4. *Importancia* 5
1.4. Hipótesis 5
1.4.1. *Hipótesis General* 5
1.4.2. *Hipótesis Específicas* 6
1.5. Variables 6
1.5.1. *Variable Independiente* 6
1.5.2. Variable Dependiente 6
CAPÍTULO II 8
MARCO TEÓRICO 8
2.1. Antecedentes 8
2.1.1. *Antecedentes Nacionales* 8
2.1.2. *Antecedentes Internacionales* 11

2.2. Bases teóricas 14
2.2.1. *Earned Value Management (EVM*)..... 14
2.2.2. *Dimensiones de Earned Value Management (EVM)* 14
2.2.3. *Variaciones* 15
2.2.4. *Índices de desempeño* 16
2.2.5. *Pronósticos* 17
2.2.6. *Curva S* 20
2.2.7. *Ciclo de minado en minería subterránea*..... 21
2.3. Definición de términos 22
CAPÍTULO III 25
METODOLOGÍA 25
3.1. Tipo y nivel de Investigación 25
3.1.2. *Tipo y Diseño* 25
3.1.3. *Nivel de Investigación* 25
3.2. Ámbito temporal y espacial 25
3.2.1. *Ámbito Temporal* 25
3.2.2. *Ámbito Espacial*..... 26
3.3. Población y Muestra 26
3.3.1. *Población* 26
3.3.2. *Muestra* 26
3.4. Instrumentos 26
3.4.1. *Validez del Instrumento* 26
3.5. Procedimientos 31
3.5.1. *Fase Inicial* 32
3.5.2. Características del Proyecto 32
3.5.3. *Equipamiento* 35
3.5.4. *Materiales*..... 35
3.5.5. *Descripción de Actividades* 42
3.5.6. *Personal en Obra* 47
3.5.7. *Costos* 48
3.6. Análisis de Datos 51
3.6.1. *Problemática de la Situación Actual* 51
3.6.2. Diagrama de Ishikawa de la situación actual 51
3.6.3. *Análisis de Pareto de la Situación Actual* 52
CAPÍTULO IV..... 54

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 54
4.1. Resultados 54
4.1.2. *Agosto* 54
4.1.3. *Septiembre* 62
4.1.4. *Octubre* 72
4.1.5. *Noviembre* 81
4.1.6. *Fase Final* 86
4.2. Discusión 88
CAPÍTULO V 89
CONCLUSIONES 89
CAPITULO VI 91
RECOMENDACIONES 91
CAPÍTULO VII 92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 92
CAPÍTULO VIII 95
ANEXOS 95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Reporte diario de actividades 28
Tabla 2 Look Ahead 30
Tabla 3 Carga de prueba Pull Test (Tn) 34
Tabla 4 Carga de Prueba y Tesado en (Tn) 35
Tabla 5 Propiedades del Alambre 37
Tabla 6 Propiedades mecánicas de la malla 37
Tabla 7 Barra helicoidal tipo BAHE A615-G75 38
Tabla 8 Tuerca de Fijación 39
Tabla 9 Placa de Sujeción 40
Tabla 10 Personal empleado 48
Tabla 11 Personal worker 48
Tabla 12 Presupuesto del proyecto 49
Tabla 13 Metrados de avance del proyecto por periodo de ejecución 49
Tabla 14 Proyección del proyecto 51
Tabla 15 Análisis de Pareto 53
Tabla 16 Avance acumulado – Agosto 56
Tabla 17 Detalle del avance del proyecto – semana 1 y 2 57
Tabla 18 Detalle del avance del proyecto – semana 3 y 4 58
Tabla 19 Indicadores Earned Value Management (EVM) 60
Tabla 20 Avance acumulado – Setiembre 64
Tabla 21 Detalle del avance del proyecto – semana 5 y 6 66
Tabla 22 Detalle del avance del proyecto – semana 7 y 8 67
Tabla 23 Detalle del avance del proyecto – semana 9 68
Tabla 24 Indicadores Earned Value Management (EVM) 71
Tabla 25 Avance acumulado – Octubre 74
Tabla 26 Detalle del avance del proyecto – semana 10 y 11 76
Tabla 27 Detalle del avance del proyecto – semana 12 y 13 77
Tabla 28 Indicadores Earned Value Management (EVM) 79
Tabla 29 Avance acumulado – 05 de Noviembre 82
Tabla 30 Detalle del avance del proyecto – semana 14 y 15 83
Tabla 31 Indicadores Earned Value Management (EVM) 85
Tabla 32 Liquidación de la obra 87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pronóstico VAC 20
Figura 2 Control del proyecto con la curva S 21
Figura 3 Malla de Alta Resistencia 36
Figura 5 Tuerca de Fijación 39
Figura 6 Placa de Sujeción 40
Figura 8 Procedimiento de Instalación 45
Figura 9 Equipo para activación de pernos 47
Figura 10 Diagrama de Ishikawa 52
Figura 11 Análisis de Pareto 53
Figura 12 Curva S – Agosto 59
Figura 13 Curva S – Setiembre 69
Figura 14 Curva S – Octubre 78
Figura 15 Curva S – Noviembre 84
Figura 16 Reuniones de retroalimentación de las actividades 99
Figura 17 Perforación en la estocada N.º 04 100
Figura 18 Instalación de tubería HDP entre la estocada N°06 y N°04 100
Figura 19 Perforación en la estocada N°6 101
Figura 20 Perforación con equipo 101
Figura 21 Instalación de malla en hastial 102
Figura 22 Perforación e inyección en la estocada 102
Figura 23 Ensayo de Pull Out Test 103
Figura 24 Limpieza del material excedente en estocada 104
Figura 25 Acabados en la estocada 104
Figura 26 Cocido de malla 105
Figura 27 Perforación en el hastial 105
Figura 28 Limpieza y transporte de material excedente 106
Figura 29 Presentación de estocada 106
Figura 30 Colocación de resina en taladro 107
Figura 31 Desquinche 107
Figura 32 Colocación de paneles informativos de seguridad 108
Figura 33 Instalación del equipo de activación 108
Figura 34 Ensayo de Pull Out Test 109
Figura 35 Replanteo de puntos en los hastiales 109
Figura 36 Instalación de malla DT en Subestación 110
Figura 37 Instalación de dren en hastial 110
Figura 38 Instalación del equipo para la activación 111
Figura 39 Carga de 21 Ton. 111
Figura 40 Descarga de materiales 112
Figura 41 Habilitación de malla de protección 112
Figura 42 Instalación de drenes en estocada 113
Figura 43 Ensayos Pull Out Test en estocada 113
Figura 44 Croquis de perforación en estocada 4 114
Figura 45 Croquis de perforación en estocada 6 115

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

EVM : Earned Value Management (Gestión del Desempeño del Proyecto)

PV : Valor Planeado

EV : Valor Ganado

AC : Costo Real

SV : Variación del cronograma

CV : Variación del costo

SPI : Índices de desempeño del cronograma

CPI : Índices de desempeño del costo

EAC : Pronóstico del EAC

ETC : Estimado para Completar

BAC : Presupuesto a Completar

EVA : Generación de valor económico

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación, titulado " Aplicación de la Metodología Earned Value Management (EVM) en El Proyecto Minero de Reforzamiento de Túnel en la Empresa Minera Joaquín - Arequipa", se centra en el análisis detallado y la evaluación de la metodología EVM como herramienta estratégica en la gestión de proyectos de ingeniería minera. La investigación aborda específicamente el proyecto de reforzamiento de un túnel en la Empresa Minera Joaquín, ubicada en la ciudad de Arequipa, buscando determinar el impacto directo y las ventajas que la implementación de EVM puede aportar en las fases de planeación y ejecución de este tipo de proyectos.

En el campo de la ingeniería minera, la eficiencia en la gestión de proyectos es crucial para el éxito y la sostenibilidad operativa. El Earned Value Management, una metodología reconocida por su capacidad para integrar el costo, el tiempo y el alcance de un proyecto, ofrece un marco de trabajo estructurado para evaluar el progreso y el desempeño de proyectos complejos. Este estudio se enfoca en cómo la aplicación de EVM puede mejorar la eficiencia, el control de costos y la gestión del tiempo en el contexto específico del reforzamiento de túneles, un aspecto crítico en la minería subterránea.

La metodología de investigación adoptada es comparativa, permitiendo un análisis de los desafíos y oportunidades asociados con las etapas de planeación y ejecución del proyecto. Se implementan indicadores clave para medir el rendimiento inicial y la efectividad de las mejoras introducidas a través de EVM. Además, se examina la interacción entre las actividades de reforzamiento del túnel, incluyendo la instalación de soportes, perforaciones, colocación de mallas y pruebas de resistencia, y las operaciones mineras preexistentes, destacando la sinergia entre estas y la metodología EVM.

Este trabajo espera demostrar que la implementación efectiva de EVM en proyectos de reforzamiento de túneles no solo mejora la gestión

de proyectos, sino que también es fundamental para identificar y mitigar desviaciones en los aspectos temporales y financieros, aspectos críticos en el sector minero. Al finalizar, se espera proporcionar conclusiones significativas sobre la relevancia y la aplicabilidad de la metodología EVM en la industria minera, contribuyendo así a un cuerpo de conocimiento que puede ser crucial para la gestión eficiente y efectiva de futuros proyectos mineros.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y Formulación del Problema

Hoy en día, la minería en Perú desempeña un papel fundamental, ya que contribuye significativamente al progreso en diversas áreas, incluyendo la economía y el bienestar social, esto se debe a que el país cuenta con abundantes reservas de metales preciosos que son esenciales para la industria global. Sin embargo, es importante destacar que este sector aporta considerables ingresos en concepto de impuestos, canon y regalías, los cuales se traducen en un desarrollo sostenible y en la mejora de servicios e infraestructuras de alta calidad para la población.

Según el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2020), las empresas tienen por responsabilidad proteger y preservar la integridad física de sus trabajadores, ya que, en el año del 2020, la actividad minera produjo un alto número de accidentes laborales, donde se produjeron 250 accidentes, en 15 casos tuvieron un desenlace fatal.

Para el propósito de este estudio, se ha seleccionado como punto de referencia a la empresa Minera Joaquín situada en la ciudad de Arequipa, la misma, se dedica a la extracción de metales preciosos, como oro y plata, y se involucra en actividades de alto riesgo. Estas tareas engloban labores en espacios confinados, la exposición a gases peligrosos, el contacto con polvos y partículas, la manipulación de explosivos y la realización de detonaciones.

En consecuencia, la empresa reconoce la vital importancia de salvaguardar a sus trabajadores para prevenir accidentes, por lo tanto, ha optado por llevar a cabo obras de refuerzo en el túnel con el objetivo de mejorar la seguridad de los empleados y garantizar su bienestar y protección personal.

1.1.1. *Problema General*

¿De qué manera la aplicación de la metodología Earned Value Management influye en la mejora de la gestión del proceso de reforzamiento del túnel en la “Empresa Minera Joaquín” en Arequipa?

1.1.2. *Problemas Específicos*

a) ¿Es posible comparar la aplicación de la metodología Earned Value Management en las etapas de planeamiento y ejecución del proceso de reforzamiento del túnel en la "Empresa Minera Joaquín”?

b) ¿Se puede determinar cómo la metodología Earned Value Management mejora la eficiencia en las etapas de planeamiento y ejecución del proceso de reforzamiento del túnel en la "Empresa Minera Joaquín”?

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo General*

Determinar la aplicación de la metodología Earned Value Management influye en la mejora de la gestión de un proyecto minero de Reforzamiento del túnel en la “Empresa Minera Joaquín”.

1.2.2. *Objetivos Específicos*

a) Contrastar la metodología Earned Value Management en la etapa de planeamiento con la etapa de ejecución del Reforzamiento del túnel en la “Empresa Minera Joaquín”.

b) Determinar la mejora con la metodología Earned Value Management en la etapa de planeamiento y ejecución del reforzamiento del túnel en la “Empresa Minera Joaquín”.

1.3. Justificación e Importancia

1.3.1. *Justificación Teórica*

Esta investigación se fundamenta en su capacidad potencial para mejorar la prevención de accidentes laborales. Su enfoque primordial se centra en el fortalecimiento de la infraestructura del túnel, lo que, a su vez, facilitará la toma de decisiones más efectivas por parte de la alta dirección.

Al fortalecer la seguridad operativa, la empresa estará en condiciones de aumentar su eficiencia y producción, lo que, por consiguiente, reducirá el riesgo de accidentes laborales. Como resultado, la compañía tendrá la capacidad de incrementar su producción de manera segura y efectiva.

1.3.2. *Justificación Práctica*

Desde una perspectiva orientada a la aplicación práctica, este estudio se tradujo en la creación de un ambiente de trabajo más seguro para los empleados al reforzar la infraestructura del túnel. Esta mejora cobra una importancia significativa debido a la constante exposición a los riesgos vinculados a las explosiones en el ámbito de la actividad minera.

1.3.3. *Justificación Metodológica*

El propósito de esta investigación fue abordar los objetivos establecidos con el fin de lograr mejoras continuas en los procesos, que resultó en ahorro tanto de tiempo como de recursos financieros, además, se enfocó en garantizar la seguridad de los colaboradores, reduciendo el riesgo de accidentes laborales. En este contexto, se llevó a cabo un análisis comparativo para evaluar los efectos antes y después del proceso de reforzamiento, incluyendo un estudio económico que determinó la viabilidad del proyecto.

1.3.4. *Importancia*

La importancia fundamental de este proyecto reside en su capacidad para garantizar la protección y el bienestar tanto físico como mental de los colaboradores de la empresa. La implementación de este proyecto establece un ambiente laboral más seguro y eficaz, proporcionando una sólida defensa contra cualquier eventualidad o accidente que pueda surgir durante la ejecución de las labores.

1.4. Hipótesis

1.4.1. *Hipótesis General*

La aplicación de la metodología Earned Value Management influye en la mejora de la gestión del Reforzamiento de túnel en la “Empresa Minera Joaquín”.

1.4.2. *Hipótesis Específicas*

a) Se puede llevar a cabo el diagnóstico situacional del Reforzamiento del túnel en la etapa de planeamiento y en la etapa de ejecución del reforzamiento del túnel en la “Empresa Minera Joaquín”.

b) La evaluación de la metodología Earned Value Management mejora la gestión en las etapas de planeamiento y ejecución del Reforzamiento del túnel en la “Empresa Minera Joaquín”.

1.5. Variables

La interacción entre estas variables es fundamental para comprender cómo la aplicación de EVM influye en la gestión de proyectos mineros de reforzamiento, proporcionando insights valiosos para la optimización de la gestión de proyectos en el sector minero.

1.5.1. *Variable Independiente*

a) Aplicación de la Metodología Earned Value Management (EVM)

La metodología Earned Value Management (EVM) se conceptualiza como un conjunto de técnicas de gestión de proyectos, que facilita la planificación adecuada, el seguimiento y el control de los costos en un proyecto (Cardona y Padierna, 2017).

Esta metodología, se enfoca en la eficiencia del desarrollo de proyectos, busca prevenir contratiempos y asegurar el cumplimiento de los objetivos preestablecidos. Operativamente, según Cardona y Padierna (2017), EVM se centra en tres aspectos clave: el Valor Planificado, el Valor Ganado y el Costo Real.

Estas dimensiones permiten un análisis detallado del progreso y la eficiencia económica del proyecto a través de indicadores como la planificación, el presupuesto asignado, el monitoreo, el análisis y la variación de costos.

1.5.2. Variable Dependiente

a) Gestión del Proyecto Minero de Reforzamiento

La Gestión del Proyecto Minero de Reforzamiento se conceptualiza como el conjunto de actividades coordinadas y supervisadas necesarias para garantizar el logro de los objetivos y metas en un proyecto de reforzamiento minero (Viera, 2021).

Incluye etapas críticas como la planificación, ejecución y evaluación del proyecto. Operativamente, Viera (2021) sugiere que esta gestión abarca elementos específicos como el Planeamiento, la Ejecución y la Evaluación del proyecto.

Cada uno de estos elementos se desglosa en indicadores que incluyen, pero no se limitan al presupuesto, monitoreo, cumplimiento del programa anual de seguridad, inspecciones, análisis de riesgos, cierre del proyecto y evaluación ex post.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. *Antecedentes Nacionales*

Miranda y Torres (2023) en su estudio "*Aplicación y Retos del Earned Value Management en Proyectos Mineros de Arequipa*", concluyeron que la adopción del EVM mejora significativamente la precisión en la gestión de costos y tiempos en proyectos de minería. Utilizando análisis de regresión con datos de proyectos reales, evidenciaron una correlación positiva entre el uso de EVM y el éxito del proyecto, con un valor p significativo menor a 0,01, resaltando la importancia de integrar esta metodología en las prácticas de gestión de proyectos mineros en la región.

Magallanes Escate (2022), en su estudio "*Mejora en el índice de desempeño (SPI) del montaje de una planta de ácido sulfúrico con capacidad de 3.2 dam3 basado en la guía del PMBOK 6a edición*", propone una reestructuración técnica y normativa de la secuencia de actividades del proyecto, con el objetivo de cumplir con los plazos exigidos por el cliente, manteniendo los índices de desempeño de costo y cronograma dentro de los parámetros necesarios. Se integran criterios de productividad real y se aplican elementos del Last Planner System y Lean Management para el control efectivo del avance del cronograma y la toma de decisiones, resultando en una mejora significativa en la entrega del proyecto dentro del plazo estipulado.

Huamán Pajares y Perea Guerra (2021) en su estudio: "*Aplicación de la metodología Earned Value Management (EVM) para el control del alcance, tiempo y costo en proyectos de construcción en el Perú*", concluyeron que la implementación de EVM contribuye significativamente a la gestión eficiente de proyectos de construcción en términos de alcance, tiempo y costo. A través del estudio de tres proyectos de construcción en Lima y Huancayo, encontraron que la metodología EVM permitió mejorar la

planificación y control de los proyectos, destacando la mejora en los índices de desempeño en costo (CPI) y en tiempo (SPI).

Bringas (2020) en su tesis titulada: *Controles de ejecución asociados a la gestión de proyectos de las empresas contratistas constructoras de una minera importante ubicada en Cajamarca – Perú*, llegó a la conclusión de que las organizaciones deben implementar estos controles para mejorar la gestión de proyectos. Para este propósito, empleó un cuestionario aplicado mediante la técnica de la entrevista. Se obtuvo que la relación estadística entre las variables fue $p< 0,05$.

Perea y Huamán (2019) en su tesis intitulada *Aplicación de la metodología de gestión de valor ganado en el proyecto minero: Construcción del túnel de integración Esperanza de la U.M. Marcapunta*, concluyeron que una adecuada toma de decisiones en la gestión de valor ganado puede tener un impacto positivo en la empresa. Los resultados demostraron que la implementación precisa de la metodología permitió calcular los costos y el cronograma de actividades con precisión, eliminando tiempos muertos y generando ganancias para la empresa. Se obtuvo una correlación entre las variables de 0,798.

Salvatierra Díaz (2019) en su estudio "Metodología del Valor Ganado en una Empresa Constructora para el Control del Alcance, Costo y Plazo de Proyectos de Movimiento de Tierras en Unidades Productivas Mineras", analizó la aplicación de la metodología EVM en proyectos de movimiento de tierras en el sector minero. Mediante un enfoque descriptivo, utilizando técnicas de recolección de datos como análisis documental, observación directa y encuestas a ingenieros expertos, concluyo que la metodología EVM mejora significativamente el control sobre el alcance, costo y plazo de los proyectos.

Dilas Ubaldo (2019), en su estudio "Análisis de costos para el control de obras iniciales en el proyecto Mina Justa", a través de un diseño descriptivo correlacional, examinó cinco obras principales, empleando como instrumentos la curva “S”, hojas de cálculo, y reportes de equipos y

personal, basándose en el costeo ABC y la aplicación del valor ganado con el control de costos según la guía del PMBOK. Los resultados mostraron una relación significativa entre el análisis de costo y el control de las obras tempranas. Concluyó con una variación de costo de $216,031.39, representando ahorros que fueron reinvertidos en obras adicionales, destacando un CPI de 143.92% y un SPI de 125.53%, indicando un manejo eficiente de recursos y control de tiempos.

Guerrero Jauregui y Palacios Herrera (2019), en su investigación "Optimización de los Costos de Minado con el Análisis del Valor Ganado en las Operaciones de Carguío y Acarreo de una Mina a Tajo Abierto de Cajamarca 2019", abordaron el problema del control de costos y avance en operaciones de minado en Cajamarca, Perú. Utilizando el análisis del valor ganado, examinaron la optimización de costos en operaciones específicas de una mina a tajo abierto. Los resultados indicaron una optimización efectiva de costos, con una variación de costos significativa que permitió ahorros y una gestión eficiente de recursos y tiempos, evidenciada por cambios en los índices CPI y SPI.

Paredes (2018) en su estudio titulado: "*Utilidad neta y generación de valor económico agregado en empresas del sector minero del Perú, periodo 2012-2016*", concluyó que, durante el periodo de 2012 al 2016, en las empresas del sector minero que cotizan en la Bolsa de Valores de Lima, la utilidad neta está directamente relacionada a la generación de valor económico (EVA). Empleó una metodología de enfoque cuantitativo, diseño no experimental, aplicado y descriptivo. Utilizó la ficha técnica como instrumento y la observación como técnica. Se obtuvo una correlación significativa entre las variables, con un valor de 0,832.

Díaz Chávez (2015), en su estudio "*Optimización de la gestión y dirección de la construcción del Tramo III del Acceso Principal al Proyecto Conga aplicando metodología de los estándares del PMBOK y Last Planner System 2014*", concluyó que la aplicación de estas metodologías contribuye al cumplimiento del presupuesto y del cronograma planeado, evidenciado por la mejora en los índices de estado del proyecto CPI y SPI.

2.1.2. *Antecedentes Internacionales*

Jaimes et al., (2022) en su tesis titulada: *Fases de diagnóstico, diseño y entrega de la estructura organizacional para las áreas de compras de suministros y talento humano en una empresa del sector minero*, concluyeron que, la documentación generada en su investigación se entregó a la empresa cliente, cuyo gerente es el patrocinador, estos documentos fueron validados en conjunto con la empresa. Para llevar a cabo el diagnóstico, diseño y entrega en diferentes fases para las áreas de compras y suministros, así como de talento humano, utilizaron una metodología de enfoque cuantitativo, aplicada, descriptiva y de diseño no experimental. Se empleó la ficha técnica como instrumento, y la observación como técnica. Encontraron una correlación entre las variables, con un valor de 0,834.

Sekar y Yañez (2022), en su estudio *Una revisión sistemática de los métodos de Gestión del Valor Ganado para el monitoreo y control del desempeño del cronograma del proyecto: Un enfoque AHP*, identificaron que el cronograma ganado del camino crítico es el método más eficaz para el monitoreo y control del cronograma de proyectos. Este hallazgo se logró mediante el análisis comparativo de diferentes variaciones de EVM, utilizando el proceso de jerarquía analítica (AHP) para evaluar su efectividad. La investigación resalta la importancia de seleccionar la técnica adecuada de EVM para optimizar la gestión de proyectos.

García y Martínez (2022), en su investigación *Optimización de procesos en proyectos mineros mediante EVM en el norte de Chile*, evidenciaron cómo la integración de prácticas de Manejo del Valor Ganado (EVM) facilita la optimización de procesos y recursos en proyectos mineros. Mediante el análisis de datos recopilados de proyectos en curso y completados, y empleando técnicas estadísticas avanzadas, encontraron que la adopción de EVM correlaciona positivamente con la reducción de desviaciones de costos y tiempos, con un nivel de significancia estadística de $p < 0,01$.

Cari Checa et al. (2022) se centraron en el *Plan de gestión de proyectos para instalaciones eléctricas en un sitio minero, utilizando los estándares de PMI* como base. Su análisis predijo un Valor Actual Neto (VAN) de USD $3942.57 en seis meses, destacando la eficiencia de integrar las directrices del PMBOK para mejorar resultados de proyectos como el ROI y el TIR.

Song, Martens y Vanhoucke (2022), en su estudio presentado en el European Journal of Operational Research, investigaron la utilización de la Gestión del Valor Ganado (EVM) y el Análisis de Riesgo del Cronograma con restricciones de recursos para el control de proyectos. Identificaron que, en proyectos con restricciones de recursos, las actividades interrumpidas no solo afectan a sus sucesores debido a relaciones de precedencia, sino también a otras actividades por limitaciones de recursos, provocando desviaciones en el progreso del proyecto.

Naizghi (2021), en su disertación para obtener el Doctorado en Ingeniería Civil en la Wayne State University, titulada "*Factores que Afectan la Implementación de la Gestión del Valor Ganado (EVM) en Proyectos de Construcción*", identificó diversos factores que impactan la adopción y efectividad de la EVM en el sector de la construcción, destacó la importancia de una estructura de desglose del trabajo (WBS) detallada y alineada con el cronograma del proyecto para facilitar un seguimiento y control efectivo del proyecto.

Llambo y Tomalá (2021) en su investigación intitulada: *Planificación y programación de obra para 3 naves industriales de estructura metálica con oficinas y acceso para carga y descarga de material ubicado en el cantón Durán utilizando la metodología del valor ganado*, concluyeron que, mediante la metodología del valor ganado, pudieron confirmar que la empresa experimenta altos índices de ganancia y es esencial para una planificación y programación adecuadas de las actividades. Este estudio se basó en un enfoque cuantitativo, aplicado, descriptivo y de diseño no experimental. Utilizaron un cuestionario como instrumento y la entrevista

como técnica. Los resultados mostraron una correlación importante entre las variables, con un valor de 0,875.

Pérez y Rodríguez (2021), en su artículo *Implementación del Manejo del Valor Ganado en proyectos de construcción en Latinoamérica*, concluyeron que la aplicación del EVM mejora significativamente la visibilidad del progreso y la gestión financiera de los proyectos. A través de un estudio de caso en proyectos de construcción en Colombia, utilizaron análisis estadístico para demostrar una correlación positiva entre la implementación de EVM y la eficiencia en la gestión de costos y tiempos, con un valor de $p < 0,05$, lo que indica una relación estadísticamente significativa.

Sutrisna, Pellicer, Torres-Machi y Picornell (2020), en su investigación *'Explorando la gestión del valor ganado en la industria de la construcción española como camino hacia la ventaja competitiva'*, analizaron cómo la Gestión del Valor Ganado (EVM) podría reposicionar la industria de la construcción en España para obtener una ventaja competitiva, especialmente en un entorno económico global desafiante. Este estudio destaca la necesidad y viabilidad de implementar EVM en la industria de la construcción española, argumentando que esta metodología puede ser un enfoque estructurado para mejorar el nivel de madurez en gestión de proyectos dentro del sector. El análisis enfatiza cómo EVM podría ser una herramienta clave para enfrentar las turbulencias económicas y mejorar la competitividad a largo plazo.

Cardona y Padierna (2017) en su estudio titulado: *Integración del Project Finance y del valor ganado aplicado a los ciclos de vida del proyecto*, concluyeron que el método de valor ganado mejora la gestión, evaluación de riesgos y control de actividades, fortaleciendo así la rentabilidad y sostenibilidad de los proyectos en el tiempo. Realizaron una comparación antes y después de la aplicación de la metodología de valor ganado. Su metodología siguió un enfoque cuantitativo, no experimental, aplicado y descriptivo, utilizando la ficha técnica como instrumento y la

observación como técnica. Encontraron una relación significativa entre las variables, con un valor Rho de 0,845.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Earned Value Management (EVM*)

Es una metodología ágil y estandarizada que conlleva varios beneficios significativos en la gestión de proyectos. Esta metodología mejora la precisión en la estimación de costos y la programación de actividades, lo que resulta en una disminución de tiempos muertos y una optimización de la producción. El objetivo final es alcanzar las metas establecidas por la organización de manera eficiente (Chatterjee y Samuelson, 2015).

Según Pico y Diez (2018) la EVM permite llevar a cabo el proyecto de manera ordenada y sistematizada, lo que ayuda a evitar contratiempos que podrían resultar en retrasos o incrementos en los costos de la obra. Para lograrlo, se realiza un seguimiento exhaustivo del progreso del proyecto antes y después de su implementación.

Esta metodología, con su enfoque en la gestión de costos y programación, es fundamental para el éxito de proyectos en diversos sectores y ofrece una herramienta efectiva para medir la producción de los colaboradores de manera individualizada.

2.2.2. *Dimensiones de Earned Value Management (EVM)*

- **Valor Planeado (PV)**

Según Diaz y Castaño (2013) se refiere al presupuesto asignado al proyecto en un inicio, designado por estudios previos realizados, aunque en la ejecución final puede variar, es recomendable que sea el margen de error del 5 % del presupuesto inicial.

- **Valor Ganado (EV)**

Representa el valor acumulado del trabajo realizado desde el inicio del proyecto hasta una fecha determinada, que puede ser de manera

semanal, mensual o trimestral, dependiendo de las necesidades de seguimiento del proyecto (Diaz y Castaño, 2013).

- **Costo Real (AC)**

Consiste en los costos en los que se ha incurrido durante el proceso del proyecto, desde su inicio hasta su finalización (Rached et al., 2014).

2.2.3. *Variaciones*

De acuerdo con Díaz y Castaño (2013) representan desviaciones que pueden surgir debido a diversos factores, tanto internos como externos. Estas pueden incluir:

- **Variación del cronograma (SV)**

Se da cuando se producen desviaciones en el cronograma del proyecto, ya sea debido a factores internos o externos. Esta variación se relaciona con el cumplimiento de los plazos programados.

Ecuación 1

Variación del cronograma

$$SV = EV - PV$$

Donde:

EV **=** Valor Ganado

PV **=** Valor Planificado

- **Variación del costo (CV)**

Se refiere a las desviaciones que ocurren en el costo total de un proyecto. Estas desviaciones pueden originarse debido a factores internos o externos al proyecto (Rached et al., 2014).

Esta medida proporciona una evaluación crítica de la eficiencia en el uso de los recursos financieros asignados a un proyecto, lo que permite a los gestores identificar y abordar cualquier diferencia significativa entre los costos planeados y los costos reales a lo largo del desarrollo del proyecto.

Ecuación 2

Variación del costo

$$CV=EV-AC$$

Donde:

EV **=** Valor Ganado
AC **=** Costo Real

2.2.4. *Índices de desempeño*

Se utilizan para evaluar el nivel de ejecución de una obra o proyecto y dependen de factores como el costo y el cronograma de la obra (Vilcapaza, 2018).

- **Índices de desempeño del cronograma (SPI)**

Son los avances programados en el proyecto y se analizan a través de diferentes puntos de control o cortes en el tiempo. Estos índices permiten medir el desempeño del proyecto en términos de cumplimiento de plazos y programación.

En esencia, los índices SPI ofrecen una evaluación cuantitativa de la eficiencia en la ejecución de las actividades programadas con relación al cronograma planificado. Un valor SPI superior a 1 indica que el proyecto está avanzando más rápido de lo programado, mientras que un valor inferior a 1 sugiere un retraso en el cronograma.

Ecuación 3

Desempeño del cronograma

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

Donde:

SPI **=** Índice de Desempeño del Cronograma
EV **=** Valor Ganado
PV **=** Valor Planificado

- **Índices de desempeño del costo (CPI)**

Son los costos del proyecto, se utilizan para evaluar el desempeño de los costos en un proyecto y se analizan a través de puntos de control o cortes en el tiempo. Estos índices permiten medir la eficiencia en la gestión de costos en comparación con el presupuesto planificado.

Ecuación 4

Desempeño del costo

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

Donde:

CPI = Índice de Desempeño del Costo
EV = Valor Ganado
AC = Costo Real

2.2.5. *Pronósticos*

Los pronósticos en la gestión de proyectos son estimaciones futuras sobre aspectos específicos del proyecto, ya sea con relación al cronograma o los costos. Estos pronósticos se basan en información y datos disponibles en un momento dado y se utilizan para prever cómo se desarrollará el proyecto en el futuro.

- **Pronóstico del EAC**

De acuerdo con Rached, et al. (2014) es una estimación de los costos totales que se espera incurrir para completar un proyecto, este pronóstico puede variar debido a factores tanto internos como externos al proyecto.

El EAC se utiliza para prever el costo total final del proyecto y puede ser revisado periódicamente a medida que se recopila más información y se avanza en la ejecución del proyecto. Los cambios en el EAC pueden deberse a diferentes circunstancias, como cambios en los costos de los

recursos, desviaciones en la programación o la aparición de nuevos riesgos.

Ecuación 5

Cálculo del EAC

$$EAC = AC + (BAC - EV)$$

Donde:

EAC = Estimado para Completar
AC = Costo Real
BAC = Presupuesto a Completar
EV = Valor Ganado

- **Pronóstico del ETC**

Se refiere a las posibles estimaciones de costos adicionales que se pueden incurrir en el presupuesto del proyecto. Estas estimaciones pueden deberse a factores tanto internos como externos al proyecto (Akhavian y Nguyen, 2019).

Ecuación 6

Cálculo del ETC (asumiendo variación atípica)

$$ETC=(BAC-EV) + AC$$

Donde:

ETC = Estimado para Completar
BAC = Presupuesto a Completar
EV = Valor Ganado
AC = Costo Real

Ecuación 7

Cálculo del ETC (asumiendo variación típica y tomando el CPI)

$$ETC = \frac{BAC - EV}{CPI}$$

Donde:

ETC = Estimado para Completar
BAC = Presupuesto a Completar

EV = Valor Ganado
CPI = Índice de Desempeño del Costo

Ecuación 8

Cálculo del ETC (asumiendo variación típica y tomando el SPI)

$$ETC = \frac{BAC - EV}{SPI}$$

Donde:

ETC = Estimado para Completar
BAC = Presupuesto a Completar
EV = Valor Ganado
SPI = Índice de Desempeño del Cronograma

- **Pronóstico del VAC**

Son las posibles estimaciones en las que se puede incurrir en el costo total del proyecto, como se aprecia en la figura 1. Estas estimaciones pueden ser el resultado de factores tanto internos como externos al proyecto (Akhavian y Nguyen, 2019). El VAC se utiliza para anticipar posibles variaciones en el costo total del proyecto y tomar medidas adecuadas para gestionar esas variaciones.

Ecuación 9

Cálculo del VAC

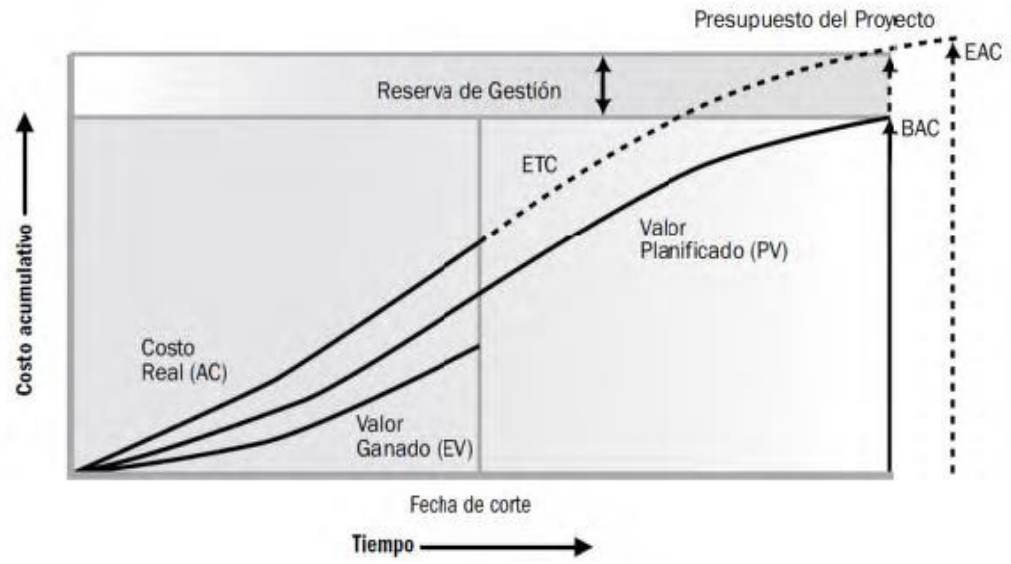
$$VAC = BAC - EAC$$

Donde:

VAC = Valor al Completar
BAC = Presupuesto a Completar
EAC = Estimado para Completar

Figura 1

Pronóstico VAC



Nota. Adaptado de Akhavian y Nguyem (2019)

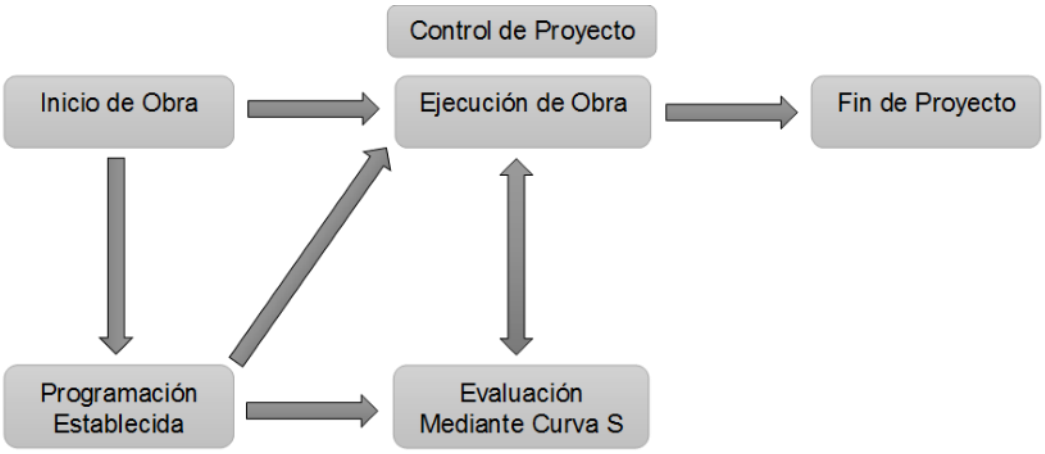
2.2.6. *Curva S*

El empleo de la curva S se revela como una herramienta valiosa en el análisis de resultados. Esta curva es una representación gráfica que compara el progreso real con el progreso planificado en un período acumulado hasta la fecha, siendo recomendable utilizar parámetros semanales o mensuales para la medición del avance. Además, al utilizar tanto la curva real como la curva planificada, se posibilita la comparación entre los avances efectuados y los proyectados en la planificación. Esto considerando diversos factores y aspectos contextuales que influyen en el control del proyecto mediante el uso de la curva S.

Como se aprecia en la Figura 2.

Figura 2

Control del proyecto con la curva S



Nota. Elaboración propia.

2.2.7. *Ciclo de minado en minería subterránea*

El ciclo de minado en un túnel implica una serie de actividades esenciales para el desarrollo exitoso de proyectos mineros subterráneos. Estas actividades están diseñadas para asegurar la preparación adecuada y el desarrollo del túnel. El ciclo de minado se divide en las siguientes etapas: perforación, voladura, ventilación, sostenimiento, acarreo y carguío.

- **Perforación**

La presente etapa está centrada a la acción o proceso de elaborar un orificio circular o agujero, por medio de un taladro (perforadora) o de forma manual o mecánica (eléctrico o hidráulico), donde la duración de la fase puede ser variable (Barrientos, 2022).

- **Voladura**

Proceso realizado después de la perforación que implica una detonación, con el fin de obtener una mayor cantidad de fragmentación dentro del macizo rocoso del túnel, cuya eficiencia está en torno al 95 %, ello para una adecuada fragmentación en la creación del túnel (Barrientos, 2022).

- **Ventilación**

Esta es una etapa crucial en la que se garantiza un flujo constante de aire para evitar la acumulación de gases tóxicos en el área de trabajo. Esta ventilación constante es esencial para la seguridad de los trabajadores (Romero, 2016).

- **Sostenimiento**

Durante esta etapa implica proporcionar apoyo técnico continuo en el proyecto para asegurarse de que todo se esté desarrollando de manera adecuada. Esto incluye asegurarse de que las estructuras y el ambiente sean seguros y funcionales (Romero, 2016).

- **Acarreo y Carguío**

Etapa referida al transporte de los materiales excavados mediante vehículos de transporte, donde se utilizan equipos de amplias capacidades, como palas y cargadores frontales, cuyo destino serán las zonas de trituración primaria para el carguío y a las chancadoras del tajo abierto para al acarreo, incluyendo en dicha etapa, procesos de remoción y acopio del material fragmentado (Barrientos, 2022).

2.3. Definición de términos

- **Cámara:** Espacio excavado en el macizo rocoso para almacenar mineral o para alojar equipos y trabajadores.

- **Concentrado:** Es un producto obtenido después de procesar el mineral extraído para eliminar impurezas, reducir el volumen y aumentar la concentración del mineral de interés. Los concentrados son más fáciles de transportar y procesar posteriormente.

- **Condiciones inseguras:** Se refiere a factores o situaciones en el entorno que no garantizan la integridad de las personas, lo que puede poner en riesgo su seguridad.

- **Corte:** Operación de extracción de mineral en la que se separa una porción de roca del macizo rocoso.

- **Daño:** Se refiere a una situación en la que las personas sufren una acción que afecta su integridad física y mental, causando lesiones o perjuicios.

- **Distribución de retardos:** Hace referencia a la zona donde la explosión se propagará y causará daño a un objeto o área determinada.

- **Drenaje:** Proceso de eliminar el agua de la mina.

- **Explosivo:** Se refiere a cualquier sustancia que puede experimentar cambios radicales, como la liberación de gases, calor, presión o radiación, en un corto período de tiempo cuando se somete a condiciones específicas, como contacto, temperatura o percusión.

- **Fragmentación de la voladura**: Es el proceso en el que la fragmentación de materiales se produce como resultado de una explosión controlada.

- **Galería:** Túnel horizontal excavado en el macizo rocoso.

- **Incidentes:** Son todos los sucesos que ocurren en el centro de trabajo, ya sean accidentes, eventos inseguros o situaciones que pueden tener un impacto en la seguridad o la operación normal.

- **Peligro:** Se refiere a una acción o situación que tiene el potencial de causar daño a una persona o un grupo si no se toman las medidas de seguridad adecuadas.

- **Riesgo:** Es una condición que implica la posibilidad de enfrentar una acción o situación peligrosa en el futuro, lo que puede generar temor o preocupación.

- **Vibraciones**: Son movimientos que se realizan en forma repetida alrededor de una posición de equilibrio, como los generados por explosiones o maquinaria.

- **Voladura:** Es la acción de romper o desprender algún elemento, como rocas u otros materiales, utilizando explosivos como medio para lograrlo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de Investigación

3.1.2. *Tipo y Diseño*

Este trabajo se enmarca en un enfoque descriptivo, ya que tiene como objetivo principal la descripción detallada de los fenómenos o hechos que ocurren en el entorno del proyecto. Además, se realizarán comparaciones del estado previo y posterior a la implementación de la metodología Earned Value Management (Carrasco, 2018).

El diseño de investigación es no experimental y de corte transversal. Esto significa que no se llevarán a cabo manipulaciones deliberadas de variables ni intervenciones en el entorno. Se realizará una observación de los datos tal como se presentan en el contexto de estudio, sin modificarlos, con el propósito de obtener una comprensión detallada de la situación actual (Hernández y Mendoza, 2018).

3.1.3. *Nivel de Investigación*

Este trabajo de investigación adopta un enfoque cuantitativo. El enfoque cuantitativo se basa en la recopilación y el análisis de datos numéricos para describir y explicar fenómenos y relaciones. En este caso, se utilizaron métodos estadísticos para describir de manera objetiva la evolución de la metodología Earned Value Management, así como sus beneficios y sus indicadores en varios aspectos, como el cronograma y los costos (Hernández y Mendoza, 2018).

3.2. Ámbito temporal y espacial

3.2.1. *Ámbito Temporal*

El inicio del proyecto de reforzamiento del túnel en la Empresa Minera Joaquín comenzó en julio hasta diciembre de 2023, fecha donde se finalizó el proyecto. Este periodo permite analizar la aplicación y los efectos de la metodología Earned Value Management (EVM) en las diferentes fases del proyecto.

3.2.2. *Ámbito Espacial*

El estudio se realiza en la Empresa Minera Joaquín, se encuentra ubicada en la localidad de Chala, en la provincia de Caravelí, región de Arequipa, Perú.

3.3. Población y Muestra

En este estudio, la población de interés está compuesta por los trabajadores de la "Empresa Minera Joaquín". La muestra estuvo conformada por un total de 85 trabajadores de esta empresa.

3.3.1. *Población*

La población se define como el conjunto completo de elementos que poseen ciertas características específicas en un contexto o área determinada (Caycho et al., 2019). En este caso, la población está compuesta por los trabajadores de la empresa minera.

3.3.2. *Muestra*

La muestra es un subconjunto representativo de la población total y también posee las mismas características que la población en estudio (Carrasco, 2016). En este estudio, se ha decidido trabajar con una muestra de 85 trabajadores de la empresa.

3.4. Instrumentos

Son medios físicos o herramientas utilizadas para registrar los datos recopilados durante el proceso de investigación en el contexto de estudio (Caycho et al., 2019). Para este estudio, se emplearon instrumentos para recopilar datos cualitativos y cuantitativos de los trabajadores. Estos instrumentos se diseñaron específicamente para obtener información relevante sobre la percepción de los empleados y la eficacia de la Metodología Earned Value Management.

3.4.1. *Validez del Instrumento*

Se refiere a la medida en que dicho instrumento mide lo que se supone que debe medir de manera precisa y confiable (Carrasco, 2018).

3.4.1.1. Reporte Diario de Actividades. El formato del reporte diario de actividades, consignado en la Tabla 1, se establece mediante su alineación con las directrices y recomendaciones del Project Management Institute (PMI), una entidad reconocida globalmente en la gestión de proyectos. Esta alineación asegura que el instrumento sea adecuado, preciso y confiable para la recopilación de datos necesarios en la aplicación y evaluación de la metodología Earned Value Management (EVM) en el proyecto de reforzamiento de túnel.

Además, el instrumento ha sido diseñado para capturar información detallada y específica diariamente, permite un seguimiento riguroso del progreso del proyecto y la identificación temprana de desviaciones.

Tabla 1

Reporte diario de actividades

REPORTE DIARIO DE ACTIVIDADES Y CONTROL DE RECURSOS												FT-00043-PER-T-PR-001-R3 Emisión: Revisión:	
PROYECTO DE REFORZAMIENTO DE TÚNEL													
SUPERVISOR RESPONSABLE.			SERVICIO	ÁREA								DESCRIPCIÓN	HOJA :
												REFORZAMIENTO DE TÚNEL EN LA "EMPRESA MINERA JOAQUÍN"	
AREA			FECHA	FECHA INICIO DE OBRA		COORDENADAS							
PROGRESIVAS						ORDEN MANTENIMIENTO							
PROGRESO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO													
A.1 - TIPO DE TRABAJO	TRAB. PROD.	HRS MOV.	ESP. TRANS.	ESP. MAT	F.E.	CHARLAS	TOTALES	TRAB. PROD. = TRABAJO EFECTIVO HRS. MOV. = TRASLADO A OBRA ESP. TRANS. = ESPERA DE TRANSPORTE			ESP. MAT. = ESPERA DE MATERIAL O.T. = OTROS, DDP F.E. = FACTOR EXTERNO				
A.2	Actividad Ejecutada					PK Inicio		PK Fin		Und.	Producción Program.	Producción Día	Producción Acumulada	% Avance Acumulado
MANO DE OBRA, EQUIPOS, MATERIALES y SERVICIOS														
B.1	D.N.I	Apellidos y Nombres			Cargo					Hrs. Efectivas	Hrs. Movlización	Hrs. Espera	Hrs. Stand By	Total Hrs.
C.1	INV.	EQUIPO						Placa		Hrs. Día	Hrs. Operativas	Hrs. Stand. By	Total Hrs.	
D.1	Código	MATERIALES				Tipo			U.M.	Cant.	Observaciones			
E.1	OBSERVACIONES Y COMENTARIOS GENERALES										AVANCE %		0.00%	
											Diario		0.00%	
											Acumulado		0.00%	
ENCARGADO DE OBRA									SUPERVISOR					
ACLARACIÓN:									ACLARACIÓN:					
ÁREA:									ÁREA:					
FECHA:									FECHA:					

Nota. Elaboración propia.

3.4.1.2. Look Ahead. El Look Ahead es un archivo desarrollado en Excel para el control, monitoreo y seguimiento de un proyecto implica desarrollar un plan o cronograma que detalle las actividades futuras, los plazos y los recursos necesarios para completar el proyecto con éxito, como se muestra en la Tabla 2.

El instrumento "Look Ahead" está basado en el contexto de las recomendaciones del Project Management Institute (PMI), este tiene la capacidad para mejorar la planificación a corto plazo, la gestión de recursos, la comunicación dentro del equipo, la identificación de riesgos y la adaptabilidad del proyecto. Estos aspectos son fundamentales para la ejecución exitosa de proyectos según las normativas y mejores prácticas establecidas por el PMI.

Tabla 2

Look Ahead

LOOKAHEAD							Avance Semanal	0.00%								Avance Semanal	0.00%							
							Cumplimiento Semanal									Cumplimiento Semanal								
CARACTERÍSTICAS GENERALES														Sem.	1								Sem.	2
ID	DESCRIPCIÓN OBRA	UND	METRADO	PESO	ACUM.	DIFER.	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Avance	% Sem. % Metr.	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Avance	% Sem. % Metr.
ACTIVIDADES PLANIFICADAS															0%									0%
1														0									0	
2														0									0	
3														0									0	
4														0									0	
5														0									0	
6														0									0	
7														0									0	
8														0									0	
9														0									0	
10														0									0	
11														0									0	
12														0									0	
13														0									0	
14														0									0	
15														0									0	
16														0									0	
17														0									0	
18														0									0	
19														0									0	
20														0									0	
21														0									0	
22														0									0	
23														0									0	
24														0									0	

Nota. Elaboración propia.

3.5. Procedimientos

La Empresa Minera Joaquín, en su compromiso continuo por mejorar la eficiencia, productividad y seguridad de sus operaciones, ha decidido adoptar la metodología de Earned Value Management (EVM) siguiendo las directrices establecidas por el Project Management Institute (PMI). Este esfuerzo se enmarca dentro de la implementación de un sistema estructurado de reportes diarios de actividades, específicamente diseñado para el proyecto de reforzamiento de túnel.

Inicialmente, se llevó a cabo una etapa de planeación con el aporte de expertos, lo que permitió desarrollar un modelo de reporte diario de actividades ajustado a las necesidades específicas del proyecto de reforzamiento del túnel.

Este modelo incluye la documentación de cronogramas de actividades, metrados, y la asignación de recursos humanos, materiales y equipos necesarios.

Diariamente, el encargado de obra completa el reporte de actividades, que posteriormente es verificado y firmado por el supervisor de obra para validar la realización de las actividades registradas.

Estos reportes diarios son acumulados por el asistente de oficina técnica, quien utiliza la información recopilada para actualizar el archivo "Look Ahead".

El asistente de oficina técnica mantiene una comunicación constante con el supervisor y el encargado de obra, obteniendo retroalimentación directa que facilita la actualización precisa del archivo "Look Ahead".

Semanalmente, se organizan reuniones con el Project Manager quien es el representante de la junta de accionistas, para revisar el progreso de las actividades y asegurar el cumplimiento del cronograma, así como anticipar necesidades o restricciones futuras.

Mensualmente, en la reunión con el equipo de proyecto, se presentan informes que incluyen evaluaciones de los indicadores de

rendimiento bajo la metodología EVM, cubriendo aspectos como el Valor Ganado, Valor Planificado y Costo Real.

Este procedimiento detallado demuestra el compromiso de la Empresa Minera Joaquín con la implementación efectiva de la metodología EVM en su proyecto de reforzamiento de túnel, lo que refleja un enfoque estructurado y sistemático hacia la mejora continua en la gestión de sus proyectos mineros.

3.5.1. *Fase Inicial*

En esta antesala se contemplan los aspectos referidos al planeamiento del proyecto o fase inicial que desarrolla, de acuerdo a los cortes programados mediante un análisis, los avances e indicadores de la metodología EARNED VALUE MANAGEMENT (EVM), como respuesta de la investigación.

3.5.2. Características del Proyecto

Durante la fase de ejecución del proyecto se ha realizado la entrega digital y escrita de reportes diarios en ellos se detallan las actividades productivas desarrolladas en el día.

Se desarrollan labores productivas, que consisten en lo siguiente:

- Perforación para pernos Ø=25mm. en zona de estocadas N.º 3, 4, 6, Sub estación eléctrica y colocación de malla de doble torsión.
- Perforación para pernos Ø=32mm. en zona hastial entre vigas 247-284 y colocación de malla de doble torsión.
- Perforación e instalación de drenes en Estocadas, Sub estación eléctrica y hastiales (V247-V284).
- Perforación e instalación de extensómetros entre vigas 247-284.

Durante este periodo se mantuvo coordinación constante con la Supervisión y los usuarios del área, a quienes se les informaba el ingreso a los frentes de trabajo para el inicio de las labores en el interior del túnel.

Se manejó fluidamente la interacción de las labores con las actividades de operaciones mina y otros que ejecutan labores en el interior del túnel.

3.5.2.1. Estaciones para Extensómetros de Convergencia. El objetivo es controlar las convergencias en el túnel en los puntos críticos y para ello es necesario que el sistema de control empleado sea preciso, continuo y extenso.

La convergencia es el movimiento relativo entre dos puntos, pudiéndose expresar como una simple variación de una medida de longitud o referirse al tanto por ciento de la distancia original entre dos puntos.

3.5.2.2. Desatado de Rocas. Este procedimiento permite en primer lugar, detectar la roca suelta en el techo, frente y paredes de la excavación o labor minera, para luego proceder a palanquearla y hacerla caer, mediante el uso de una barreta de desatado o un equipo de desatado.

La roca suelta o denominada también roca aflojada, es la roca fragmentada o débil que se requiere hacer caer (desatar), a fin de garantizar que los trabajadores tengan efectivamente un ambiente seguro de trabajo.

La selección de la barretilla para desatar, debe ser adecuada al ancho y altura de la labor, para que el desatador tenga facilidad de movimiento. En las labores se usaron barretillas de 8 y 12 pies.

3.5.2.3. Pruebas de Pull Test. La prueba se desarrolla en pernos helicoidales de 25 mm de 3.0 m de longitud, en Estocadas 3, 4, 6 y Sub Estación. Se tensó en ciclos incrementales desde una carga de referencia (pudiendo ser cero) hasta, una carga de alineamiento (1 Tn) y la carga máxima de ensayo (16 Tn).

Se midió el desplazamiento de la cabeza del anclaje durante un período de tiempo (1 minutos por ciclo) para la carga máxima de cada ciclo incremental.

En el caso de pernos helicoidales colocados y adheridos con resinas los datos de elongación de los pernos son tomados aumentando cada 3.0 toneladas de carga aplicada, por ciclo.

La lectura en el manómetro se fue registrando cada tonelada de carga y la correspondiente elongación con la ayuda de un reloj comparador, las cargas a las que fueron sometidas son de 1, 3, 6, 9, 12, 15Tn hasta llegar a un valor pico de 16 Tn; así mismo se realizó un ensayo destructivo en el cual se obtuvo un resulta de 24 Tn hasta el arranque, la inyección se realizó con cartuchos de resina, como se resumen en la Tabla 3.

La cantidad de pernos a ensayar equivale al 5 %, del total de pernos colocados en obra y fueron seleccionados de manera aleatoria.

Tabla 3

Carga de prueba Pull Test (Tn)

Carga de Prueba Pull Test (Tn)			
Tipo de perno	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Carga (Tn)
Barra Helicoidal	25	3.0	16

Nota. Elaboración propia

3.5.2.4. Pruebas de Activaciones (Tesado de Pernos). Para el tesado de pernos, la carga aplicada a las barras Ø=32mm es de 21 Tn, explicado en la Tabla 4, aplicada de manera directa y continua; posteriormente se ajusta la tuerca de fijación.

Para este tipo de anclaje la inyección se realiza con cartuchos de resina (06 Und.), y la zona libre del perno se inyecta con la única finalidad de evitar la corrosión del mismo. Las barras son protegidas, además, con tubería HDPE.

Se realiza la activación del 100 % de los pernos instados, estos tienen una longitud de L=3.5 m.

Tabla 4

Carga de Prueba y Tesado en (Tn)

	Carga de Prueba y Tesado en Tn		
Tipo de perno	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Carga (Tn)
Barra Gewi	32	3.5	21

Nota. Elaboración propia

3.5.3. *Equipamiento*

El equipamiento utilizado para el desarrollo de la obra, consistió básicamente en equipos menores y de uso manual que permitió que las labores fuesen más versátiles en maniobrabilidad y desplazamiento.

Equipos:

- 3 Und Perforadora manual tipo Jackleg con pie de avance
- 1 Und Compresora de aire
- 1 Und equipo de pull test
- 1 Und martillo percutor
- 1 Und batidor para inyección (Pelicano)

Herramientas:

- 2 juegos de Barretas desquinchadoras
- 04 combas de 6 lb
- 04 combas de 4 lb
- Juego de llaves Stillson, francesas y allen
- Alicates, cizallas.

3.5.4. *Materiales*

A continuación, se detallan los materiales esenciales que se han utilizado para la obra, los cuales cumplen con los estándares y normas ofrecidos al cliente.

- 2000 m2 de malla de alta resistencia de doble torsión
- 350 Und de barra helicoidal de 25 mm de diámetro por 3.0 m de longitud, más placas y tuercas.

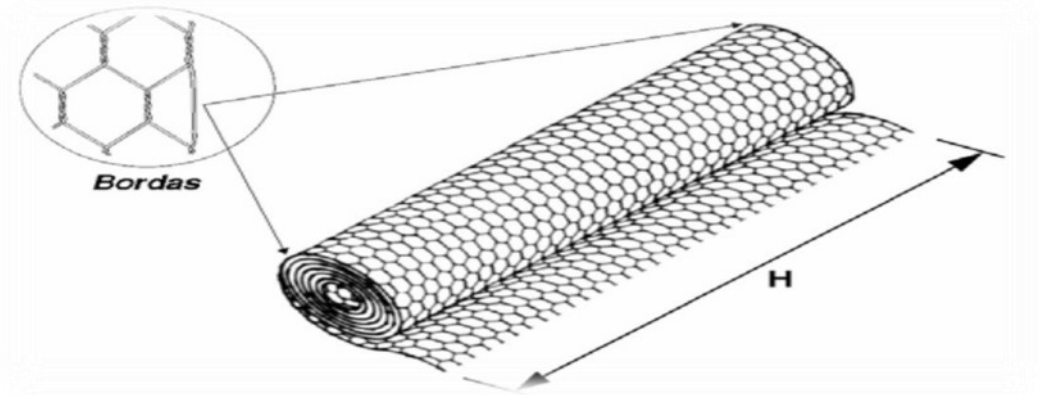
- 250 Und de barra tipo Gewi de 32 mm de diámetro por 3.5 m de longitud, más placas y tuercas.
- 150 ml de tubería HDPE de 2,5” de diámetro para drenes.

3.5.4.1. Malla de Alta Resistencia. La Red de Alta Resistencia consiste en una malla hexagonal de doble torsión, producida a partir de alambre de acero con revestimiento Galfan®, como se consigna en la Figura 3. Este sistema es empleado cuando los bloques susceptibles a desprendimientos y sus fragmentos no son inferiores a la propia abertura de la malla, ni mayores a 0,5m de diámetro.

La Red de Alta Resistencia es la solución que ofrece flexibilidad en todas las direcciones y, aunque un hilo del alambre se rompa, la malla no se deshace, gracias a su sistema de doble torsión, procedimiento que se explica en las Tabla 5 y 6.

Figura 3

Malla de Alta Resistencia



Nota. Elaboración propia

Tabla 5

Propiedades del Alambre

Propiedades del Alambre				Valores de acuerdo a las siguientes normas
Diámetro de alambre de la malla	mm	2.7	3.0	N BR 89647 ASTM A 641/ NB 709
Tensión de ruptura	Kg/mm^2	38 a 50		N BR 8964 ASTM A 641/ NB 709
Estiramiento en la ruptura	%	13		N BR 8964 / ASTM A641
Cantidad de revestimiento metálico (Zn-5%-MM)	g/m^2	230	245	ASTM A 856M / NB 709 – Clase A
Adherencia del revestimiento metálico		Clase 1 (1xdiametro)		ASTM A856
Tolerancia en el diámetro	%	±0.06	±0.07	NBR 8964 / ASTM A 641 / NB 709

Nota. Elaboración propia.

Tabla 6

Propiedades mecánicas de la malla

Propiedades mecánicas de la malla			Valores de acuerdo a las siguientes normas
Proceso Productivo	Malla hexagonal de doble torsión, obtenida entrelazando los alambres tres veces media vuelta		NBR 10514 / ASTM A975
Tipo de Malla	cm	8 x 10	NBR 10514 / ASTM A975
Diámetro de la malla	mm	2,7 - 3,0	NBR 8964 / ASTM A641 / NB 709
Diámetro del alambre de borde	mm	3,4 - 3,9	NBR 10514 / ASTM A975
Resistencia longitudinal a la tracción de la malla	kN/m	43 - 53	NBR 10514 / ASTM A975
Resistencia mínima de borde	kN/m	17.5	NBR 10514 / ASTM A975

Nota. Elaboración propia.

3.5.4.2. Pernos de Anclaje pasivos de 3.0 m - Barras helicoidales. Para la sujeción de la malla Steel Grid, se han utilizado Pernos helicoidales de Aceros Arequipa de tipo BAHE A615-G75, los

cuales se muestran en la Figura 4, y que consisten en barras laminadas en caliente con resaltes en forma de rosca helicoidal, permiten controlar las inestabilidades subterráneas y superficiales como elemento de refuerzo, las propiedades mecánicas según norma ASTM A615 –G75, que se aprecia en la Tabla 7.

- Límite de Fluencia, min. (kg/cm2) = 5,270,
- Resistencia a la tracción, min. (kg/cm2) = 7,030.
- Alargamiento en 200 mm, min. (%) = 7

Tabla 7

Barra helicoidal tipo BAHE A615-G75

Designación	Diámetro Nominal	Diámetro Exterior (mm)	Núcleo, mm(*)		Carga Mínima Según ASTM A615		Peso Nominal (*)
			Mayor	Menor	Fluencia	Tracción	
		DO	A	B	Lbs (KN)	Lbs (KN)	
# 8	25	27.9	24.4	23.0	59,300 (263)	79,000 (350)	3.85

Nota. Adaptado de Aceros Arequipa

Figura 4

Barra helicoidal tipo BAHE A615-G75

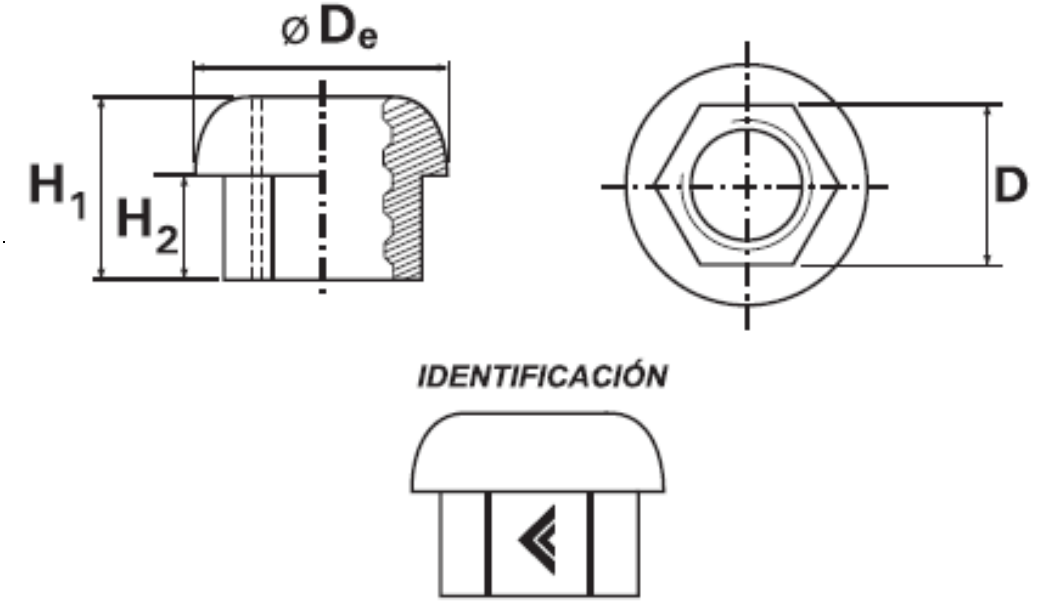


Nota. Adaptado de Aceros Arequipa.

3.5.4.3. Tuerca de Fijación. La tuerca se utilizó como complemento de la barra helicoidal, fabricada de acero, este elemento permite un adecuado posicionamiento de la placa de sujeción sobre el macizo rocoso. En la Tabla 8 y en la Figura 5 se indican las dimensiones de la tuerca de fijación.

Tabla 8

Tuerca de Fijación



Nota. Elaboración propia.

Figura 5

Tuerca de Fijación

Nota. Elaboración propia.

3.5.4.4. Placa de Sujeción. La placa que se utilizó es de tipo Volcán A36, como elemento de sujeción, de acero estructural perforado, por la cual se desplaza la Barra Helicoidal y actúa como elemento base para el posicionamiento de la Tuerca de Fijación, permaneciendo en contacto directo con el macizo rocoso.

En la Tabla 9 y en la Figura 6 se indican las dimensiones de la tuerca de fijación.

Tabla 9

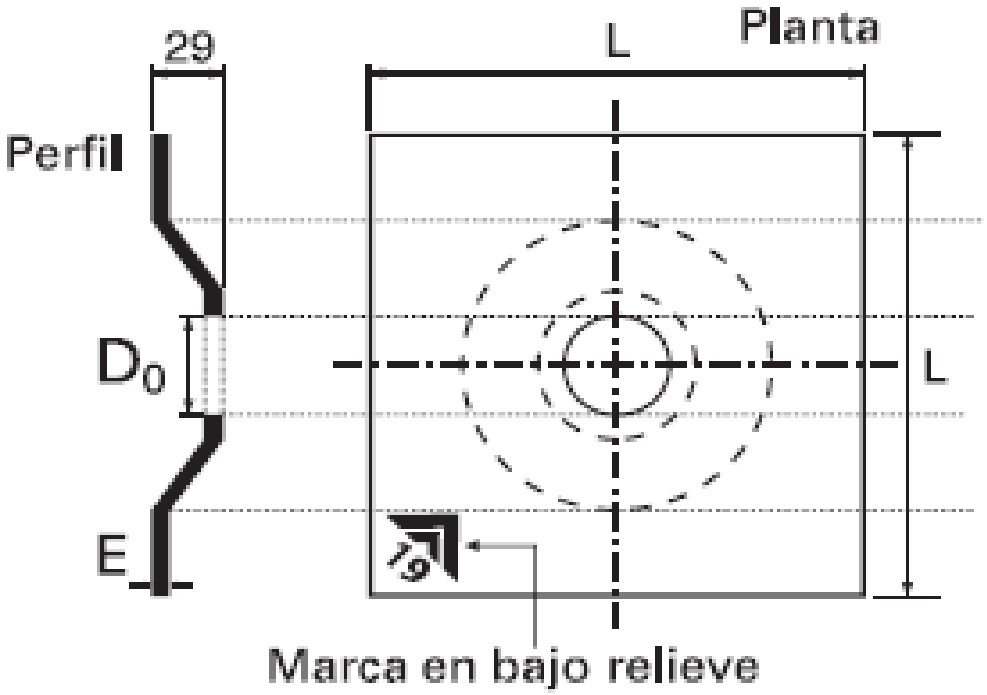
Placa de Sujeción

Diámetro nominal del perno de fortificación (mm)	Dimensiones en mm			
	Espesor E	Tipo	Diámetro de Orificio (D_o)	Lado (L)
25	9.5 +/-0.45	Volcán	44.0 +/-1.0	150 +/- 5.0

Nota. Elaboración propia.

Figura 6

Placa de Sujeción



Nota. Recuperado de Hoja informativa de producto.

3.5.4.5. Pernos de Anclaje Activos de 3.5m. Los pernos de anclaje Tipo GEWI de L=3.5m. son acero de armado y refuerzo GEWI® es acero B500B según DIN 488 con rosca laminada en ambos lados que forma una rosca a izquierdas especial en toda la longitud de la barra. El sistema GEWI® sirve para unir y anclar estas barras roscadas, siendo un sistema homologado y exigentemente probado durante décadas en el refuerzo de estructuras, los aceros GEWI® roscados pueden ser unidos directamente de forma axial utilizando manguitos. Los manguitos son

diseñados para transferir la carga de rotura de la barra calculada con un coeficiente de seguridad de más de 1.15, todas las conexiones y supuestos de trabajo se pueden realizar como si fueran juntas completas, no importa si se trata de cargas de tracción, compresión o alternantes.

Especialmente en estructuras fuertemente armadas en las que la distancia entre barras puede resultar problemática, el sistema GEWI® ofrece grandes ventajas. No se presentan zonas con doble capa de barras, y hay mucho más espacio para vibrar el hormigón, mejorando la calidad del mismo.

Gracias a la rosca GEWI® gruesa y altamente resistente, las barras GEWI® son ideales para uso en obra y roscables incluso estando muy sucias – lo mismo se aplica a los manguitos.

3.5.4.6. Inyección de Pernos de Anclaje. Para fijar el perno de anclaje se ha utilizado cartuchos de resina, cartuchos de cemento y lechada de cemento; la misma que ha sido colocada en toda la longitud de la perforación con la finalidad de garantizar una mejor adherencia entre la barra helicoidal, barra Gewi y la pared de perforación en roca. Cabe resaltar, que la lechada de cemento se considera válida como única protección anticorrosiva en la zona de libre del perno instalado.

- Inyección de Pernos activos (Bulbo de anclaje y lechada en el espacio perno – contorno de perforación)

El bulbo también llamado zona de anclaje, es la parte en que el anclaje se adhiere al terreno y le transmite su carga, generalmente mediante la lechada, y que tiene en cuenta efectos resistentes.

La lechada de cemento empleada en la formación del bulbo tiene una dosificación de agua/cemento (a/c) de 0.5, y este protege la zona libre del perno de la corrosión

3.5.4.7. Tubería HDPE (Drenajes). Para las instalaciones de drenaje se utilizaron tuberías HDPE las cuales son tuberías de polietileno forrada en toda su longitud con geotextil, esta tubería está diseñada para

la conducción de fluidos además que son resistentes antes las presiones externas que puedan presentarse.

La tubería es sometida a ensayos de resistencia a la presión interna de 412 PSI a 20°C, por intervalos de 1 hora. Las tuberías son de color negro con superficies interior y exterior lisas.

Sus Dimensiones son las siguientes:

- Diámetro exterior = 63.00 mm
- Diámetro exterior máx. = 63.40 mm
- Espesor mínimo = 5.80 mm
- Espesor máximo = 6.50 mm

3.5.5. *Descripción de Actividades*

3.5.5.1. Topografía. Para realizar las labores topográficas se necesitó tener dos puntos topográficos referenciales para luego continuar con el levantamiento topográfico, los puntos habilitados están denominados como BM-1, BM-2, BM-3, BM-4, BM-5.

El equipo utilizado es una Estación Total, Marca LEICA, Modelo TS-06 Plus 5", Serie 1386520, con certificado de Calibración Nº2291-1116, emitido por GEODETIC SAC.

Teniendo las coordenadas de arranque topográfico, se planifican las tareas de levantamiento topográfico inicial enfocándose en levantar las coordenadas de:

- Pernos en estocadas Nº 3, 4, 6 y Subestación
- Perímetro de mallas en estocadas
- Pernos en Hastiales del túnel
- Drenes en estocadas y hastiales del túnel.

3.5.5.2. Perforación para Pernos en Estocadas y Hastiales. Los pernos instalados son barras helicoidales de acero de 25 mm de diámetro

y de 3.0 m de longitud para las Estocadas. En el caso de los Hastiales las barras son tipo Gewi de 32 mm de diámetro y 3.5 m de longitud. Para los pernos en las estocadas, la perforación se realizó con perforadora manual tipo Jackleg y se usaron brocas de 38mm.

3.5.5.3. Perforación para Drenes. Se instalan tuberías de HDPE de 2,5“, de 3,0 m de longitud cada uno, de los cuales 2,7 m son perforados y 0,30 m son ciego.

Se han perforado e instalado los drenes, ubicados todos en las diferentes estocadas y distribuidos en el túnel, dejando entre 0.20 - 0.30 m, con la finalidad de drenar el agua fuera de la pared del túnel o estocada.

3.5.5.4. Perforación e Instalación de Estaciones de Convergencia. Las perforaciones se realizaron previa coordinación con la supervisión, colocando los extensómetros a una altura aproximada de 1.00 m desde el nivel de suelo del túnel.

3.5.5.5. Colocación de Malla de Alta Resistencia (doble torsión). Previamente para la colocación de malla se cumplió con la instalación de pernos de 3,0 m, así como con el desate de rocas en bóvedas y hastiales, solo bajo esas condiciones se realiza la colocación de las mallas de alta resistencia.

Para el empalme entre las mallas se utiliza alambre galvanizado de amarre, para adherir la malla a la superficie de las paredes del túnel y moldear la malla, para ello se utiliza pernos expansivos de ½” de diámetro y 4” de largo.

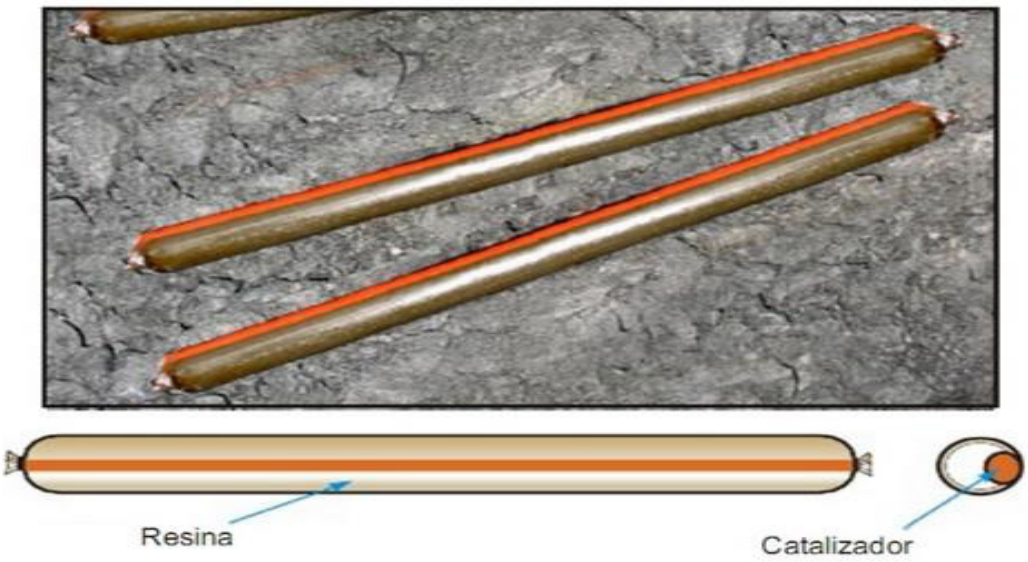
3.5.5.6. Inyección de Pernos de Anclaje Pasivo con Resina, Cartuchos y Lechada de Cemento. La resina, es un compuesto tixotrópico de una pasta de poliéster y un catalizador químico, empacados en un cartucho de doble compartimiento, separados por una barrera. Al momento de la instalación el perno ingresa girando rompiendo el cartucho y mezclando los dos componentes provocando rápidamente una reacción química que transforma la masilla en un ancla de roca sólida, garantizando

de esta manera el anclaje del perno en la roca. Los cartuchos han sido diseñados en forma de salchichas para su fácil introducción al taladro, como se observa en la Figura 7.

Los cartuchos de cemento, están diseñados para el anclaje de barras en roca o concreto. Contiene una mezcla de conglomerantes hidráulicos y aditivos, confinados en un cartucho de envoltura plástica pre perforados, lo que permite una fácil y rápida hidratación, como se aprecia en la Figura 8.

Figura 7

Cartuchos de resina



Nota. Recuperado de Hoja informativa de producto.

Figura 8

Procedimiento de Instalación



Nota. Recuperado de Hoja informativa de producto.

3.5.5.7. Inyección de Pernos de Anclaje Activos (Bulbo) y Colocación de Lechada Alrededor del Perno. Una vez realizada la perforación en hastiales se realizó una limpieza del interior de los taladros con presión de aire, para luego colocar en el interior de este, la resina de ∅40mm a una profundidad de 1.20m. Las resinas empleadas son de dos tipos, la lenta y la rápida que, dependiendo de la dificultad y humedad, se empleó la mejor opción.

Una vez insertada las resinas respectivas, se insertó las barras de Ø=32mm y de L=3.5. Se introdujo mediante la perforadora Seco 250, hasta llegar a profundidad requerida.

La inyección de lechada se realiza mediante el instrumento llamado pelicano, el cual bombea la lechada al interior del taladro recubriendo la totalidad de este y dejando solo una mecha de aproximadamente 0.15 m en donde se pondrá la placa y tuercas.

La lechada tiene una relación agua/cemento de 0.5. y este tiene el propósito de proteger de la corrosión a la barra.

3.5.5.8. Pruebas de Pull test en Pernos Pasivos. Las pruebas de arranque (Pull Test) se realizan para verificar la calidad del acero y capacidad de soporte de los pernos BAHE A615-G75, D=25 mm L=3.00 m. Instalados en el túnel. Se tomará como parámetro a la norma ASTM D4435-13.

Objetivos

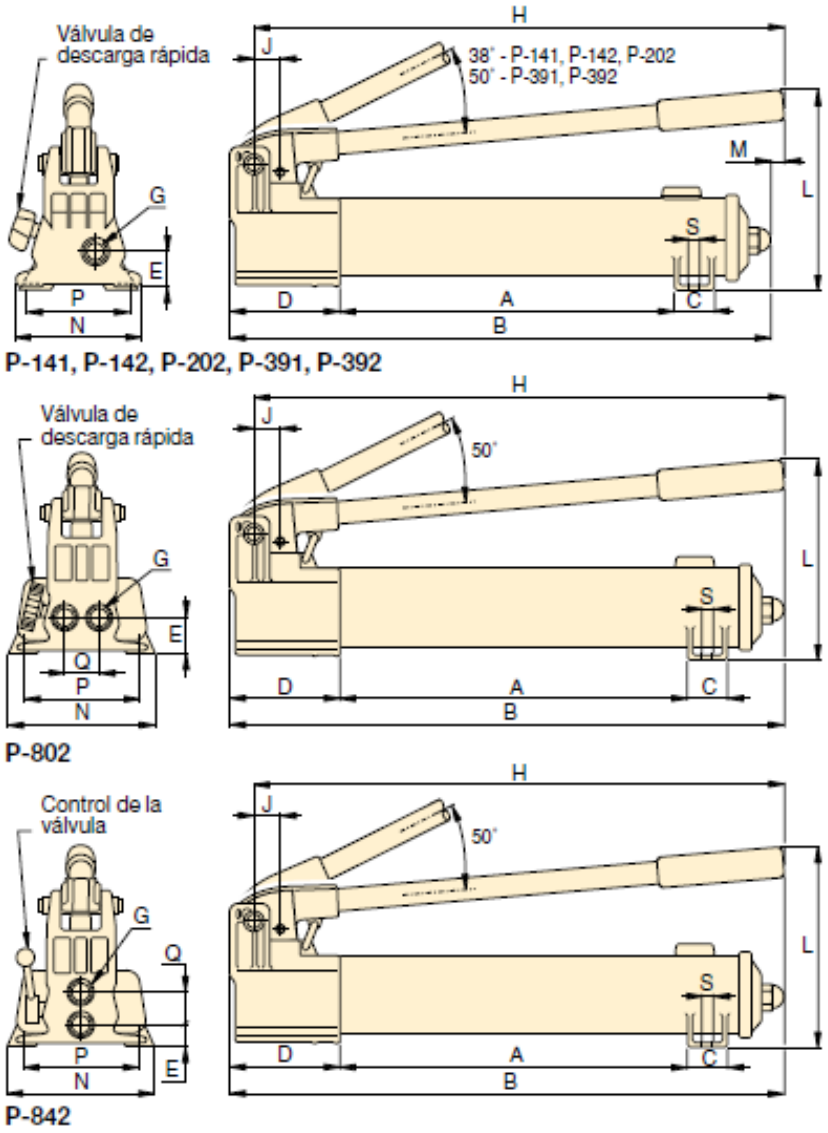
- Comprobar si los pernos instalados cumplen con el estándar de Capacidad de soporte según requerimiento del cliente.
- Capacitar al personal en la utilización e instalación de pernos de fricción.
- Recabar la información de las pruebas, realizadas con el equipo de Pull test marca ENERPAC de 30 Tn de capacidad máxima de carga.

3.5.5.9. Pruebas de Activación. El tensionado o Tesado, es el alargamiento axial directo del perno para obtener la precarga. Se eliminan las inexactitudes creadas por la fricción. El gigantesco esfuerzo mecánico para crear torque se remplaza por simple presión hidráulica, como se explica en la Figura 9.

Las activaciones fueron sometidas a una carga de 21 Tn, una vez llegado a esta medida, se ajusta la tuerca.

Figura 9

Equipo para activación de pernos



Nota. Recuperado de Hoja informativa de producto.

3.5.6. *Personal en Obra*

El personal Staff y Worker dispuesto para la ejecución de los trabajos en el túnel, son los que se consignan en las Tabla 10 y en la Tabla 11.

Tabla 10

Personal empleado

Ítem	Cargo	Cantidad
1	PROJECT MANAGER	01
2	ENCARGADO DE OBRA	01
3	SUPERVISOR DE CAMPO	02
4	SUP. SEGURIDAD	02
5	ADMINISTRADOR DE OBRA	01
6	ASISTENTE ADMINISTRATIVO	01
7	ASISTENTE O.T. / QC-QA	02

Nota. Elaboración propia.

Tabla 11

Personal worker

Ítem	Cargo	Cantidad
1	OPERARIO	04
2	OFICIAL	04
3	AYUDANTE	01
4	OPERARIO	04
5	OFICIAL	03
6	AYUDANTE	01
7	OPERARIO	04
8	OFICIAL	02
9	OPERARIO	02
10	OPERARIO	01
11	OFICIAL	01
12	ALMACENERO/CONDUCTOR	02

Nota. Elaboración propia.

3.5.7. *Costos*

Para el desarrollo del proyecto se cuenta con el presupuesto general que se detalla en la Tabla 12 y Metrado del proyecto que se especifica en la Tabla 13.

Tabla 12

Presupuesto del proyecto

Inversión del proyecto	UM	Cant	Sub-total	T.C
Sostenimiento con malla de doble torsión	m^2	2000	US$	$34,604.90
Sostenimiento según recomendación			US$	$75,344.56
Servicios			US$	$125,700.50
Inversión total del proyecto			US$	$235,650.00

Nota. Elaboración propia.

Según la memoria descriptiva se presupuestó la cantidad de $235,650.44 dólares americanos.

Tabla 13

Metrados de avance del proyecto por periodo de ejecución

Reforzamiento Del Túnel	Und.	Periodo Agosto	Periodo Septiembre	Periodo Octubre	Periodo Noviembre	Total
TUNEL – BOCAMINA						
LIMPIEZA, DESQUINCHE Y ELIMINACIÓN						
Desquinche y desatado de roca	m3	47,80	0,00	0,00	0,00	47,80
Transporte y Carguío de Material Excedente	m3/km	25,00	0,00	0,00	0,00	25,00
PERNOS DE ANCLAJE						
Instalación de Pernos Tipo GEWI R32 de D = 32 mm, L: 3.50 m, Placa de 150 mm x 150 mm x 9.5 mm, y Tuerca 32 mm	und	40.00	150.00	60.00	0.00	250,00
MALLA						
Malla de doble torsión 8 x 10 x 3.00 mm GALFAN	m2	250.45	895.00	142,55	0.00	1.288,00
DRENAJES						
Habilitación e instalación de	ml	0,00	70.00	50.00	0,00	120,00

tubería HDPE 2.5" perforada						
Perforación para subdren para de tub. 2.5", L=3.00m	ml	0,00	156,00	0,00	0,00	156,00
ESTOCADAS						
LIMPIEZA, DESQUINCHE Y ELIMINACIÓN						
Desquinche y desatado de roca	m3	65.13	0,00	0,00	0,00	65,13
Transporte y Carguío de Material Excedente	m3/km	30.00	0.00	0.00	0.00	30,00
PERNOS DE ANCLAJE						
Instalación de Pernos BAHE de D = 25 mm, L :3 m, Placa de 200 mm x 200 mm x 8 mm, y Tuerca 25 mm	und	0.00	144.00	206.00	0.00	350,00
MALLA						
Malla de doble torsión 8 x 10 x 3.00 mm. GALFAN	m2	0.00	175.00	537.50	0,00	712,00
PERFORACIÓN E INSTALACIÓN DE ARGOLLAS PARA EXTENSOMETROS						
Perforación e instalación de varilla 3/4" y argolla 13 mm, h: 1.20 m	und	0.00	10.00	20.00	0.00	30,00
DRENAJES						
Habilitación e instalación de tubería HDPE 2.5" perforada	ml	0,00	30,00	0,00	0,00	30,00
Perforación para subdren para de tub. 2.5", L=3.00m	ml	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00

Nota. Elaboración propia.

Para llevar a cabo los cálculos de EVM en la ejecución del proyecto, es esencial emplear indicadores como el Schedule Performance Index (SPI) y el Cost Performance Index (CPI), estos desempeñan un papel fundamental en la evaluación de la eficiencia en términos de cronograma y costos.

Un valor inferior a uno en cualquiera de estos índices indica que el proyecto está experimentando retrasos con respecto al cronograma y está incurriendo en costos superiores a los presupuestados, como se explica en la Tabla 14. Esta información es clave para identificar desviaciones tempranas y aplicar medidas correctivas.

Tabla 14

Proyección del proyecto

PROYECCIONES: 100 días calendario		
Planificación	4 meses	Organización de Actividades
Presupuesto Asignado	$ 235,650.00	Presupuesto total programado
Monitoreo	Reporte Diario	Control de actividades
Análisis	Dossier de calidad	Información del proyecto

Nota. Elaboración propia.

3.6. Análisis de Datos

En el desarrollo del proyecto se presentaron algunos problemas en el reforzamiento del túnel en la “Empresa Minera Joaquín” – Arequipa, estos se debieron a diversos temas como logísticos o de la organización de la empresa. Para analizar esta problemática se aplicó el análisis de Pareto de las causas y el diagrama de Ishikawa.

3.6.1. *Problemática de la Situación Actual*

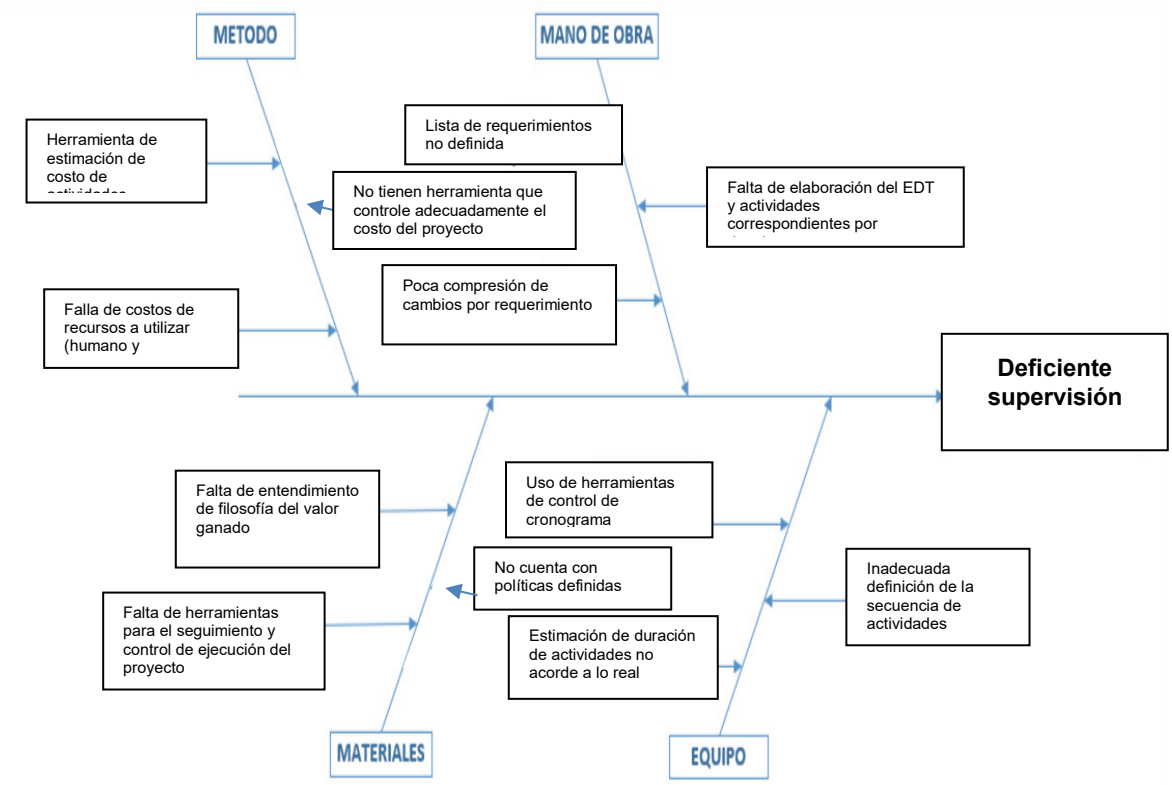
Al inicio de las actividades para este proyecto se observa varias falencias en algunas áreas de trabajo que advierten problemas en la culminación y entrega de la obra en el tiempo estimado por ende estas causas serán explicadas en el diagrama de Ishikawa y graficado en el diagrama de Pareto.

3.6.2. Diagrama de Ishikawa de la situación actual

La Figura 10 detalla las causas principales de la problemática en la empresa durante el reforzamiento del túnel. Por lo que las causas influyentes son trasladadas al diagrama de Pareto cuantificando dichos datos:

Figura 10

Diagrama de Ishikawa



Nota. Elaboración propia.

3.6.3. *Análisis de Pareto de la Situación Actual*

Con el diagrama de Pareto que se muestra en la Tabla 15, se aprecia de manera organizada los datos de forma descendente, con la asignación en un orden de prioridades donde se identifique los defectos que se producen en la empresa con mayor frecuencia.

Tabla 15

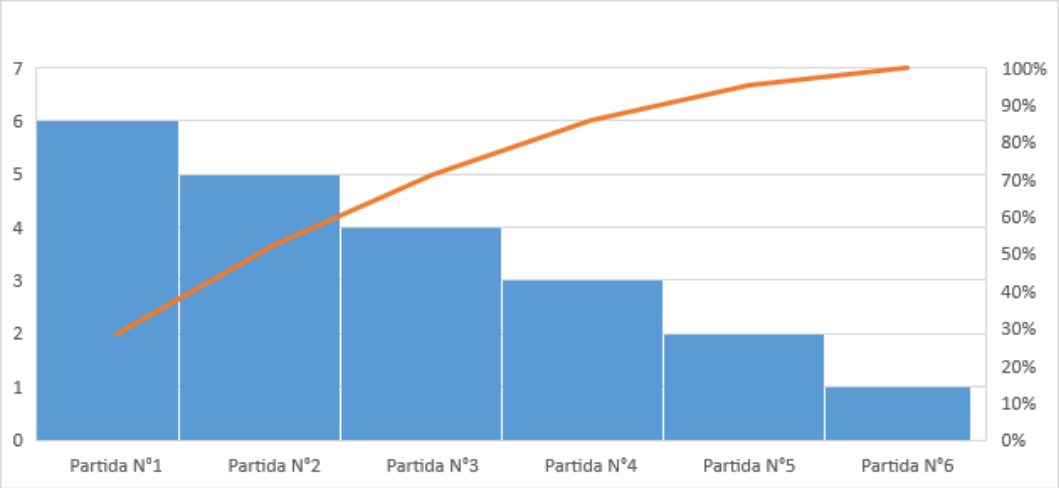
Análisis de Pareto

Partida N°	Herramientas	Puntación	%	% Acumulado
01	Falta de elaboración del EDT y actividades correspondientes por desglose	6	29	29
02	Inadecuada definición de la secuencia de actividades	5	23	52
03	Uso de herramientas de control de cronograma	4	19	71
04	Estimación de duración de actividades no acorde a lo real	3	14	85
05	Falta de entendimiento de filosofía del EVM	2	10	95
06	Falta de herramientas para el seguimiento y control de ejecución del proyecto	1	5	100
TOTAL		21	100	

Nota. Realizado por el autor.

Figura 11

Análisis de Pareto



Nota. Realizado por el autor.

En la Figura 11 las causas que se destacan, son: la falta de elaboración del EDT y actividades correspondientes por desglose; Inadecuada definición de la secuencia de actividades; y uso de herramientas de control de cronograma.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Durante la realización de los trabajos se hizo el seguimiento, control y monitorización del progreso del proyecto con la metodología Earned Value Management (EVM) de manera rigurosa y sistemática, lo que garantiza un control exhaustivo y una supervisión detallada de las actividades. La monitorización se ha realizado a través de los reportes diarios de actividades y análisis mensuales, los cuales han sido esenciales para la evaluación continua del avance del proyecto en comparación con el cronograma establecido y el presupuesto asignado.

De forma mensual, se realizó una revisión comprensiva del estado del proyecto, abarcando un análisis integrado de los indicadores clave de Earned Value Management (EVM), como son el Cost Performance Index (CPI) y el Schedule Performance Index (SPI). Esto ha permitido no solo confirmar la alineación con los objetivos estratégicos y financieros del proyecto, sino también ajustar proactivamente las estrategias y planificaciones futuras. El análisis mensual se ha presentado en reuniones con los stakeholders.

La precisión y puntualidad de estos informes y análisis han sido fundamentales para mantener el rumbo del proyecto y para asegurar la toma de decisiones informadas por parte de la gerencia y el equipo de proyecto.

A continuación, se presentan los detalles derivados del proceso de seguimiento y control.

4.1.2. *Agosto*

Durante este mes, se dio el comienzo del Proyecto de Reforzamiento de Túnel en la “Empresa Minera Joaquín”, en esta fase inicial del proyecto, se emprendieron acciones fundamentales que jugaron un papel crucial en

el establecimiento de una base sólida para las operaciones subsiguientes. Se destaca las actividades como: la movilización de equipos, herramientas y materiales esenciales, preparado del terreno para las actividades de construcción y reforzamiento.

Se puso atención en la implementación de infraestructuras de soporte como líneas de aire y sistemas de iluminación, garantizando de esta manera óptimas condiciones para el trabajo. Este conjunto de medidas iniciales no solo facilitó un ambiente de trabajo seguro y eficiente para el personal involucrado, sino que también estableció las bases para el cumplimiento exitoso de las etapas subsiguientes del proyecto.

- **Kick Off Meeting (KOM)**

Unidad: und
Metrado Planeado: 4
Avance: 4.00

- **Movilización de Equipos y Herramientas**

Unidad: glb
Metrado Planeado: 1
Avance: 0.72

- **Movilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación**

Unidad: glb
Metrado Planeado: 1
Avance: 0.00

- **Alquiler de Camión Grúa para Descarga de equipos y Materiales**

Unidad: glb
Metrado Planeado: 1
Avance: 0.80

- **Habilitación de Oficina**

Unidad: und
Metrado Planeado: 1
Avance: 1.00

En la Tabla 16 se muestra un resumen de las actividades que tuvieron avance en el mes:

Tabla 16

Avance acumulado – Agosto

Descripción	Agosto
% Planificado	26.09 %
% Ejecutado	21.91 %
% Diferencia	-4.18 %

Nota. Realizado por el autor.

En la Tabla 16 se detalla el porcentaje de avance planificado para las actividades, se estableció en un 26.09 %. Al término del mes, el análisis de los resultados ejecutados reveló un cumplimiento del 21.91%, lo cual indica una diferencia negativa de -4.18 % respecto a lo proyectado.

Debido a esta discrepancia entre lo planificado y lo ejecutado resalta la necesidad de revisar las estrategias y procesos operativos para identificar las causas subyacentes que contribuyeron a este desfase.

Tabla 17

Detalle del avance del proyecto – semana 1 y 2

LOOKAHEAD

					Avance Semanal	4.87%							Avance Semanal	5.95%								
					Cumplimiento Semanal	93.51%							Cumplimiento Semanal	62.50%								
CARACTERÍSTICAS GENERALES												Sem.	1								Sem.	2
ID	DESCRIPCIÓN OBRA	UND	METRADO	PESO	31-jul	01-ago	02-ago	03-ago	04-ago	05-ago	06-ago	Avance	% Sem.	07-ago	08-ago	09-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	Avance	% Sem.
					Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom		% Metr.	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom		% Metr.
ACTIVIDADES PLANIFICADAS													5%									0%
1	Kick Off Meeting (KOM)	und	4	0.79%		1 1	1 1	1 1	1 1			4	100% 100%									
2	Movilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	5.73%						0.15 0.2	0.2 0.1	0.35 0.3	86% 30%							0.1	0.1	
3	Movilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	2.77%																		
4	Alquiler de Camión Grúa para Descarga de equipos y Materiales	glb	1.00	2.77%																		
5	Habilitacion de Oficina	und	1	0.79%			0.25 0.25	0.25 0.25	0.25 0.25	0.25 0.25		1 1	100% 100%									
6	Habilitacion de Almacén para Obra	und	1.00	5.93%						0.1 0.15	0.2 0.115	0.3 0.265	88% 27%	0.05 0.01	0.01 0.01	0.01 0.01	0.01 0.01	0.01 0.01	0.01 0.01	0.01 0.01	0.08 0.07	88% 7%
7	Trazo y replanteo	und	750.00	5.93%																		
8	Implementación de línea de aire	glb	6.00	0.99%																		
9	Sistema de Iluminación para sectores de trabajo	glb	6.00	5.73%																		
10	Suministro de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	1.58%																		
11	Suministro de malla	m2	2,000.00	2.77%																		
12	Suministro de drenajes	m2	150.00	1.98%																		
13	Suministro de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	1.58%																		
14	Limpieza, desquinche y eliminación – Túnel	glb	3.00	5.93%																		
15	Instalación de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	7.91%																		
16	Instalación de mallas – Túnel	m2	1,288.00	9.88%																		
17	Instalación de drenajes – Túnel	und	150.00	4.35%																		
18	Limpieza, desquinche y eliminación – Estocada	glb	1.00	7.91%										0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.7 0.7	100% 70%
19	Instalación de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	11.86%																		
20	Instalación de mallas – Estocada	m2	712.00	5.73%																		
21	Perforación e instalación de argollas para extensores	und	30.00	1.58%																		
22	Ensayos Pull Out Test - Túnel	und	14.00	0.99%																		
23	Ensayos Pull Out Test - Estocada	und	20.00	1.38%																		
24	Desmovilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	0.99%																		
25	Desmovilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	0.79%																		
26	Alquiler de Camión Grúa para Carga de equipos y residuos	glb	1.00	0.79%																		
27	Cierre Integral de Obra y Lecciones aprendidas	glb	1.00	0.59%																		

Nota. Elaboración propia.

Tabla 18

Detalle del avance del proyecto – semana 3 y 4

LOOKAHEAD

Avance Semanal	5.78%
Cumplimiento Semanal	87.50%

Avance Semanal	5.31%
Cumplimiento Semanal	95.00%

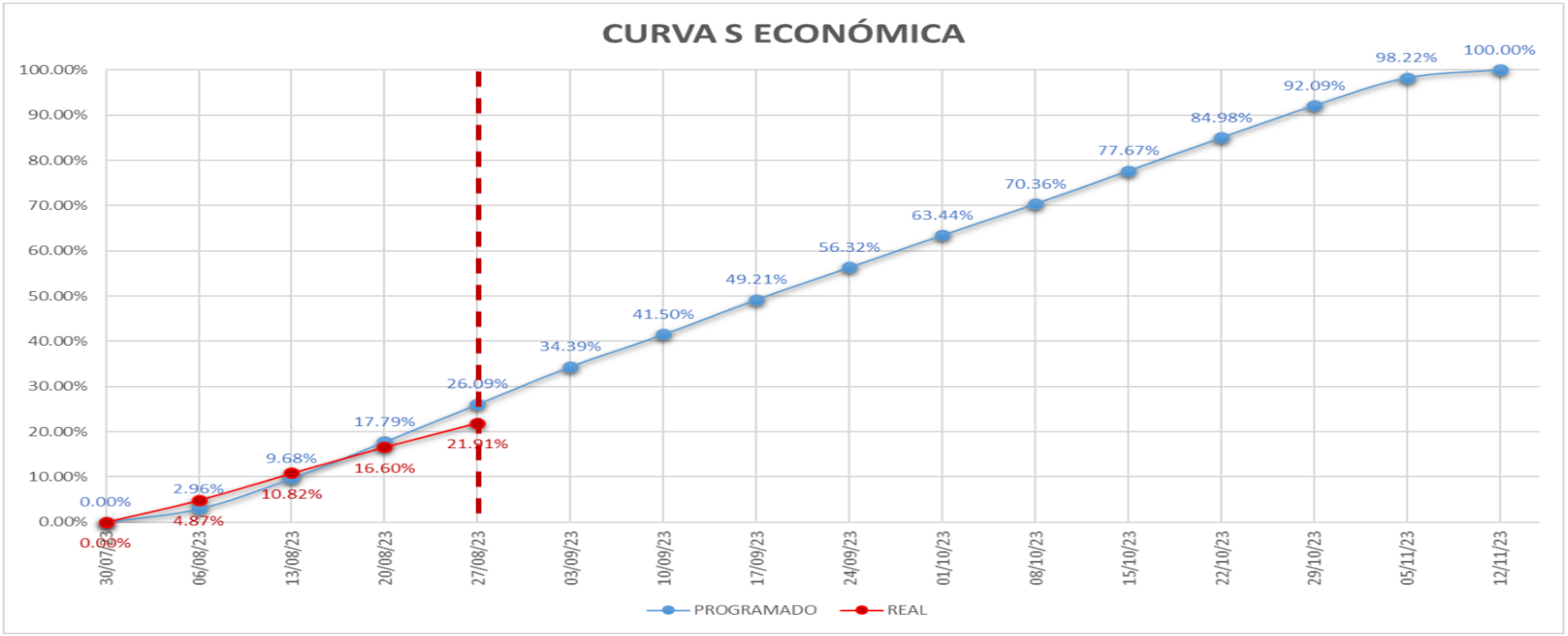
CARACTERÍSTICAS GENERALES																															
ID	DESCRIPCIÓN OBRA	UND	METRADO	PESO	14-ago	15-ago	16-ago	17-ago	18-ago	19-ago	20-ago	Sem. 3 Avance	Sem. 3 % Sem. % Metr.	21-ago	22-ago	23-ago	24-ago	25-ago	26-ago	27-ago	Sem. 4 Avance	Sem. 4 % Sem. % Metr.
					Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom			Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom		
ACTIVIDADES PLANIFICADAS													6%									3%
1	Kick Off Meeting (KOM)	und	4	0.79%																		
2	Movilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	5.73%					0.1 0.1	0.1 0.1	0.2 0.12	0.4 0.32	80% 32%									
3	Movilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	2.77%																		
4	Alquiler de Camión Grúa para Descarga de equipos y Materiales	glb	1.00	2.77%															0.2 0.1	0.1	0.2 0.2	100% 20%
5	Habilitacion de Oficina	und	1	0.79%																		
6	Habilitacion de Almacén para Obra	und	1.00	5.93%	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.065	0.7 0.665	95% 67%									
7	Trazo y replanteo	und	750.00	5.93%																		
8	Implementación de línea de aire	glb	6.00	0.99%										0.4 0.3	0.4 0.3	0.4 0.3	0.4 0.3	0.4 0.3			2 1.5	75% 25%
9	Sistema de Iluminación para sectores de trabajo	glb	6.00	5.73%																1 1	1 1	100% 17%
10	Suministro de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	1.58%											100 100	100 100	50 50				250 250	100% 100%
11	Suministro de malla	m2	2,000.00	2.77%																		
12	Suministro de drenajes	m2	150.00	1.98%																		
13	Suministro de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	1.58%																		
14	Limpieza, desquinche y eliminación – Túnel	glb	3.00	5.93%															1 1		1 1	100% 33%
15	Instalación de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	7.91%																		
16	Instalación de mallas – Túnel	m2	1,288.00	9.88%																		
17	Instalación de drenajes – Túnel	und	150.00	4.35%																		
18	Limpieza, desquinche y eliminación – Estocada	glb	1.00	7.91%																		
19	Instalación de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	11.86%																		
20	Instalación de mallas – Estocada	m2	712.00	5.73%																		
21	Perforación e instalación de argollas para extensores	und	30.00	1.58%																		
22	Ensayos Pull Out Test - Túnel	und	14.00	0.99%																		
23	Ensayos Pull Out Test - Estocada	und	20.00	1.38%																		
24	Desmovilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	0.99%																		
25	Desmovilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	0.79%																		
26	Alquiler de Camión Grúa para Carga de equipos y residuos	glb	1.00	0.79%																		
27	Cierre Integral de Obra y Lecciones aprendidas	glb	1.00	0.59%																		

Nota. Elaboración propia.

En la Figura 12 se presenta la "Curva S Económica", un instrumento analítico utilizado en la gestión de proyectos para representar el avance del trabajo a lo largo del tiempo.

Figura 12

Curva S – Agosto



Nota. Elaboración propia.

En Figura 12 se aprecia la Curva S, la cual representa el avance del trabajo a lo largo del tiempo.

Durante la culminación de la primera semana, se aprecia un inicio prometedor del proyecto, con un avance ejecutado del 4.87 %, superando el avance planificado del 2.96 %. Esta tendencia positiva se mantiene en la segunda semana, finalizando con un avance ejecutado del 10.82 % frente a un planificado del 9.68 %, demostrando una ligera pero significativa eficiencia en la ejecución.

En la tercera semana, se percibe una inversión en la tendencia anterior, cerrando con un avance ejecutado del 16.60 %, ligeramente por debajo del planificado, que fue del 17.79 %.

Al llegar a la cuarta semana, el proyecto acumula un avance planificado del 26.09 % y un ejecutado del 21.91 %, lo cual indica una desaceleración en el ritmo de ejecución en comparación con la planificación inicial.

4.1.2.1. Indicadores Earned Value Management (EVM).

Tabla 19

Indicadores Earned Value Management (EVM)

Descripción	Agosto
Presupuesto Total del Proyecto (BAC)	$235,650.00
% Planificado	26.09 %
% Ejecutado	21.91 %
% Diferencia	-4.18 %
Valor Planificado (PV)	$61,473.91
Valor Acumulado (EV)	$51,630.33
Costo Real (AC)	$74,276.88
Variación del Costo (CV)	-$22,646.55
Variación del Cronograma (SV)	-$9,843.59
Índice de Desempeño del Costo (CPI)	0.70
Índice de Desempeño del Cronograma (SPI)	0.83
Estimación a la Terminación (EAC)	$258,296.55
Estimación para Completar (ETC)	$184,019.67
Variación a la Terminación (VAC)	-$22,646.55
Índice de Desempeño para Completar (TCPI)	1.14

Nota. Realizado por el autor.

4.1.1.2. Interpretación y Análisis. Se desglosa a continuación:

- **Desempeño del Costo:** La Variación del Costo (CV) negativo de -$22,646.55 y un Índice de Desempeño del Costo (CPI) de 0.70 indican que el proyecto está consumiendo recursos financieros a un ritmo mayor que el valor del trabajo realizado. Esto sugiere que el proyecto está gastando más de lo que se había planificado para este punto en el tiempo, lo cual es una señal de alerta temprana para la gestión del proyecto. Esto es justificado por el desembolso de un monto de dinero mayor en la compra de materiales, equipos, alquileres y otros, este gasto es atípico no constante.
- **Desempeño del Cronograma:** La Variación del Cronograma (SV) negativo de -$9,843.59 y un Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) de 0.83 reflejan que el proyecto no está avanzando al ritmo esperado. Aunque la diferencia en el porcentaje planificado versus el porcentaje ejecutado es pequeña (-4.18 %), la influencia en el cronograma es significativa y puede resultar en un retraso si la tendencia continúa.
- **Proyecciones:** La Estimación a la Terminación (EAC) proyectado es mayor que el Presupuesto Total del Proyecto (BAC) original, lo que indica que, si las tendencias actuales se mantienen, se espera que el proyecto exceda el presupuesto. Además, el Índice de Desempeño para Completar (TCPI) de 1.14 indica que para completar el proyecto dentro del Presupuesto Total del Proyecto (BAC) original, se requerirá un rendimiento de costos más eficiente en lo que resta del proyecto.
- **Implicaciones para la Gestión del Proyecto:** Según la interpretación de estos resultados, sugieren la necesidad de una revisión de las prácticas de gestión del proyecto, incluyendo la eficiencia de los recursos, la planificación de costos y la programación. Se deben investigar las causas de las desviaciones y tomar medidas correctivas para realinear el proyecto con el plan.

- **Acciones Sugeridas:** Puede ser necesario realizar ajustes en la estrategia de ejecución del proyecto, revisar la asignación de recursos, acelerar ciertas actividades sin incrementar desproporcionadamente los costos, y mejorar la precisión en la estimación de las tareas futuras.

En conclusión, los indicadores de EVM para agosto muestran que el proyecto está sobrepasando el presupuesto y avanzando más lento de lo previsto, lo que requiere atención inmediata para evitar mayores desviaciones.

4.1.3. *Septiembre*

En el transcurso del mes de septiembre, el proyecto de reforzamiento del túnel experimentó un impulso notable, avanzando en la ejecución de las etapas preliminares. Este período estuvo marcado por la implementación de diversas operaciones fundamentales, diseñadas para establecer una sólida base operativa para las fases sucesivas del proyecto.

Entre las actividades más destacadas se encontró la movilización de una amplia gama de equipos, herramientas y materiales, una medida esencial que facilitó el arranque efectivo de las labores de fortalecimiento.

Paralelamente, se prestó atención a la adecuación de servicios auxiliares de apoyo para el desarrollo del proyecto, dentro de estos se tiene la instalación de sistemas de líneas de aire y soluciones de iluminación distribuidas estratégicamente.

A continuación, se muestra un resumen de las actividades que tuvieron avance en el mes:

- **Movilización de Equipos y Herramientas**

Unidad: glb
Metrado Planeado: 1
Avance: 0.25

- **Movilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación**

Unidad: glb

Metrado Planeado: 1

Avance: 0.90

- **Alquiler de Camión Grúa para Descarga de equipos y Materiales**

Unidad: glb

Metrado Planeado: 1

Avance: 0.20

- **Trazo y replanteo**

Unidad: und

Metrado Planeado: 750

Avance: 675.00

- **Implementación de línea de aire**

Unidad: glb

Metrado Planeado: 6

Avance: 3.50

- **Sistema de Iluminación para sectores de trabajo**

Unidad: glb

Metrado Planeado: 6

Avance: 3.00

- **Suministro de malla**

Unidad: m2

Metrado Planeado: 2000

Avance: 2000.00

- **Suministro de pernos de anclaje – Estocada**

Unidad: und

Metrado Planeado: 350

Avance: 50.00

- **Limpieza, desquinche y eliminación – Túnel**

Unidad: glb

Metrado Planeado: 3

Avance: 2.00

- **Instalación de pernos de anclaje – Túnel**

Unidad: und

Metrado Planeado: 250

Avance: 250.00

- **Instalación de mallas – Túnel**

Unidad: m2

Metrado Planeado: 1288

Avance: 250.00

- **Limpieza, desquinche y eliminación – Estocada**

Unidad: glb

Metrado Planeado: 1

Avance: 0.20

- **Instalación de pernos de anclaje – Estocada**

Unidad: und

Metrado Planeado: 350

Avance: 190.00

Tabla 20

Avance acumulado – Setiembre

Descripción	Agosto	Septiembre
% Planificado	26.09 %	63.44 %
% Ejecutado	21.91 %	67.51 %
% Diferencia	-4.18 %	4.07 %

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 20 se muestra el contraste entre los meses de agosto y septiembre, para el mes de agosto se tenía previsto alcanzar un 26.09 % de avance, pero al final, se logró un 21.91 %, lo que resultó en una diferencia negativa de -4.18 %. Esta desviación indicó que no se cumplió las expectativas iniciales, lo cual llevó a reflexionar sobre nuestras estrategias y cómo se podría mejorar la ejecución.

Para septiembre, se estableció una meta de 63.44 % de avance planificado, al finalizar el mes, se logró superar las expectativas,

alcanzando un 67.51 % de ejecución. Esta vez, la diferencia fue positiva, con un 4.07 % por encima de lo planeado. Este cambio refleja una mejora significativa en la capacidad para ejecutar las tareas y alcanzar los objetivos, también demuestra la efectividad de los ajustes implementados.

Tabla 21

Detalle del avance del proyecto – semana 5 y 6

												Avance Semanal	10.49%								Avance Semanal	8.31%
LOOKAHEAD												Cumplimiento Semanal	93.94%								Cumplimiento Semanal	92.29%
CARACTERÍSTICAS GENERALES												Sem.	5								Sem.	6
ID	DESCRIPCIÓN OBRA	UND	METRADO	PESO	28-ago Lun	29-ago Mar	30-ago Mié	31-ago Jue	01-sep Vie	02-sep Sáb	03-sep Dom	Avance	% Sem. % Metr.	04-sep Lun	05-sep Mar	06-sep Mié	07-sep Jue	08-sep Vie	09-sep Sáb	10-sep Dom	Avance	% Sem. % Metr.
ACTIVIDADES PLANIFICADAS													6%									0%
1	Kick Off Meeting (KOM)	und	4	0.79%																		
2	Movilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	5.73%	0.1 0.1							0.1 0.1	100% 10%									
3	Movilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	2.77%					0.3 0.2	0.3 0.3	0.3 0.3	0.9 0.8	89% 80%									
4	Alquiler de Camión Grúa para Descarga de equipos y Materiales	glb	1.00	2.77%		0.2 0.2	0.2 0.2	0.2 0.2				0.6 0.6	100% 60%									
5	Habilitacion de Oficina	und	1	0.79%																		
6	Habilitacion de Almacén para Obra	und	1.00	5.93%																		
7	Trazo y replanteo	und	750.00	5.93%	20 15	20 20	20 20	25 20	30 30	40 30	50 40	205 175	85% 23%						20 10	10 10	30 20	67% 3%
8	Implementación de línea de aire	glb	6.00	0.99%															0.6 0.5		0.6 0.5	83% 8%
9	Sistema de Iluminación para sectores de trabajo	glb	6.00	5.73%																		
10	Suministro de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	1.58%																		
11	Suministro de malla	m2	2,000.00	2.77%						400 400	400 400	800 800	100% 40%	200 400	400 300	200 300	200 200				1000 1200	120% 60%
12	Suministro de drenajes	m2	150.00	1.98%	100 100	80 50						180 150	83% 100%									
13	Suministro de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	1.58%		100 100	100 100	100 100	50 50			350 350	100% 100%									
14	Limpieza, desquinche y eliminación – Túnel	glb	3.00	5.93%														0.5 0.5			0.5 0.5	100% 17%
15	Instalación de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	7.91%																		
16	Instalación de mallas – Túnel	m2	1,288.00	9.88%																		
17	Instalación de drenajes – Túnel	und	150.00	4.35%																		
18	Limpieza, desquinche y eliminación – Estocada	glb	1.00	7.91%																		
19	Instalación de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	11.86%										10 10	20 20	20 20	20 20	35 30	35 30	35 30	175 160	91% 46%
20	Instalación de mallas – Estocada	m2	712.00	5.73%																		
21	Perforación e instalación de argollas para extensores	und	30.00	1.58%																		
22	Ensayos Pull Out Test - Túnel	und	14.00	0.99%																		
23	Ensayos Pull Out Test - Estocada	und	20.00	1.38%																		
24	Desmovilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	0.99%																		
25	Desmovilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	0.79%																		
26	Alquiler de Camión Grúa para Carga de equipos y residuos	glb	1.00	0.79%																		
27	Cierre Integral de Obra y Lecciones aprendidas	glb	1.00	0.59%																		

Nota. Elaboración propia.

Tabla 22

Detalle del avance del proyecto – semana 7 y 8

LOOKAHEAD

Avance Semanal	9.50%
Cumplimiento Semanal	95.61%

Avance Semanal	8.75%
Cumplimiento Semanal	96.78%

CARACTERÍSTICAS GENERALES					11-sep	12-sep	13-sep	14-sep	15-sep	16-sep	17-sep	Sem. 7		18-sep	19-sep	20-sep	21-sep	22-sep	23-sep	24-sep	Sem. 8	
ID	DESCRIPCIÓN OBRA	UND	METRADO	PESO	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom	Avance	% Sem. % Metr.	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom	Avance	% Sem. % Metr.
ACTIVIDADES PLANIFICADAS													4%									4%
1	Kick Off Meeting (KOM)	und	4	0.79%																		
2	Movilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	5.73%	0.2 0.15							0.2 0.15	75% 15%	0.05 0.05							0.05 0.05	100% 5%
3	Movilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	2.77%																		
4	Alquiler de Camión Grúa para Descarga de equipos y Materiales	glb	1.00	2.77%										0.2 0.2							0.2 0.2	100% 20%
5	Habilitacion de Oficina	und	1	0.79%																		
6	Habilitacion de Almacén para Obra	und	1.00	5.93%																		
7	Trazo y replanteo	und	750.00	5.93%	40 40	40 40	40 40	40 40	40 40	40 40	40 40	280 280	100% 37%	45 40	45 40	45 40	40 40	40 40	40 40	35 35	290 275	95% 37%
8	Implementación de línea de aire	glb	6.00	0.99%	1 1							1 1	100% 17%	1 1							1 1	100% 17%
9	Sistema de Iluminación para sectores de trabajo	glb	6.00	5.73%				1 1				1 1	100% 17%					1 1			1 1	100% 17%
10	Suministro de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	1.58%																		
11	Suministro de malla	m2	2,000.00	2.77%																		
12	Suministro de drenajes	m2	150.00	1.98%																		
13	Suministro de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	1.58%																		
14	Limpieza, desquinche y eliminación – Túnel	glb	3.00	5.93%			1 1	0.5 0.5				1.5 1.5	100% 50%									
15	Instalación de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	7.91%	20 20	20 20			10 10	10 10	15 14	75 74	99% 30%	20 16	20 20	20 22	20 23	20 25	30 30	40 10	170 146	86% 58%
16	Instalación de mallas – Túnel	m2	1,288.00	9.88%																		
17	Instalación de drenajes – Túnel	und	150.00	4.35%																		
18	Limpieza, desquinche y eliminación – Estocada	glb	1.00	7.91%																		
19	Instalación de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	11.86%																		
20	Instalación de mallas – Estocada	m2	712.00	5.73%																		
21	Perforación e instalación de argollas para extensores	und	30.00	1.58%																		
22	Ensayos Pull Out Test - Túnel	und	14.00	0.99%																		
23	Ensayos Pull Out Test - Estocada	und	20.00	1.38%																		
24	Desmovilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	0.99%																		
25	Desmovilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	0.79%																		
26	Alquiler de Camión Grúa para Carga de equipos y residuos	glb	1.00	0.79%																		
27	Cierre Integral de Obra y Lecciones aprendidas	glb	1.00	0.59%																		

Nota. Elaboración propia.

Tabla 23

Detalle del avance del proyecto – semana 9

LOOKAHEAD

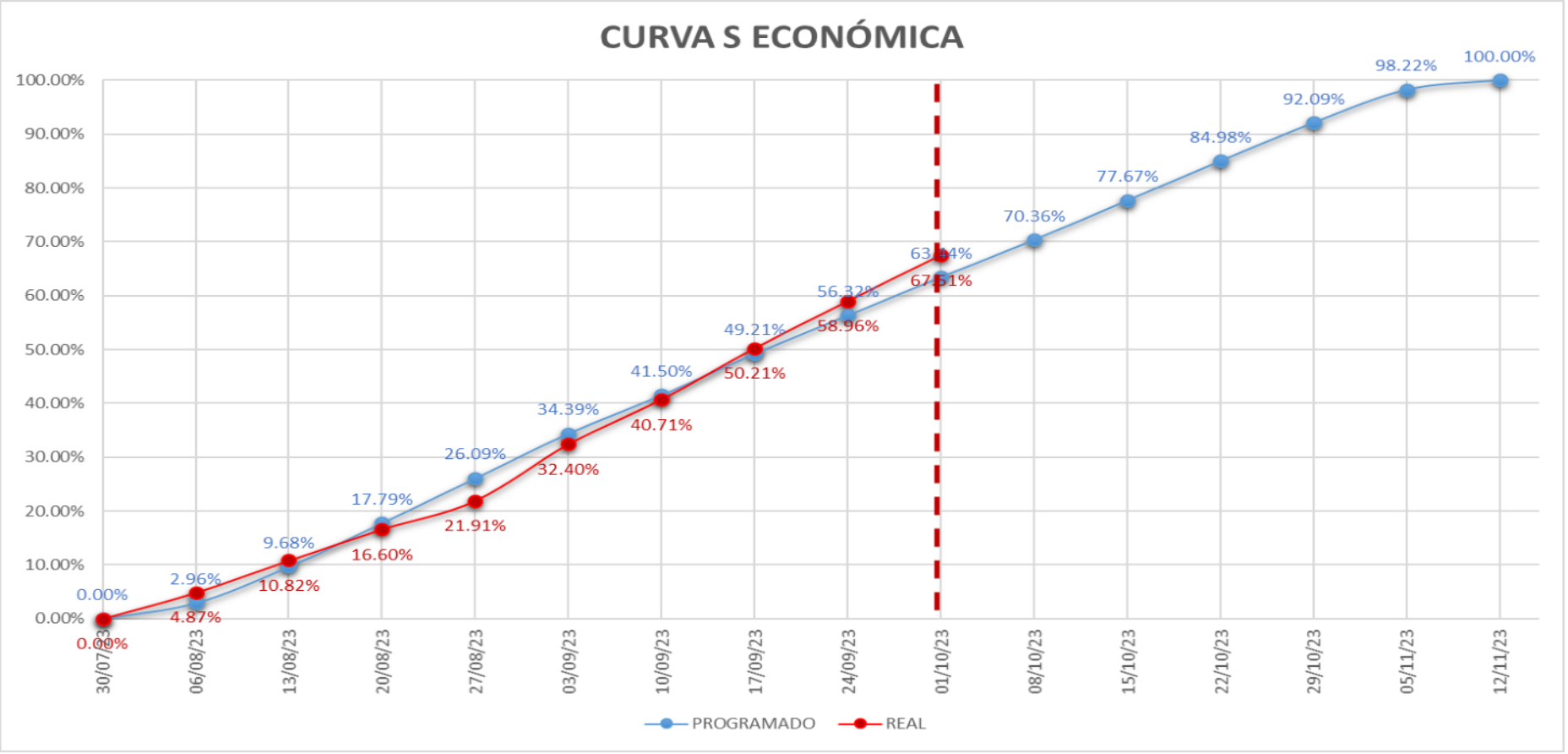
Avance Semanal	8.55%
Cumplimiento Semanal	93.35%

CARACTERÍSTICAS GENERALES													Sem.	9
ID	DESCRIPCIÓN OBRA	UND	METRADO	PESO	25-sep Lun	26-sep Mar	27-sep Mié	28-sep Jue	29-sep Vie	30-sep Sáb	01-oct Dom		Avance	% Sem. % Metr.
ACTIVIDADES PLANIFICADAS														2%
1	Kick Off Meeting (KOM)	und	4	0.79%										
2	Movilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	5.73%	0.1 0.05								0.1 0.05	50% 5%
3	Movilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	2.77%		0.1 0.1							0.1 0.1	100% 10%
4	Alquiler de Camión Grúa para Descarga de equipos y Materiales	glb	1.00	2.77%										
5	Habilitacion de Oficina	und	1	0.79%										
6	Habilitacion de Almacén para Obra	und	1.00	5.93%										
7	Trazo y replanteo	und	750.00	5.93%										
8	Implementación de línea de aire	glb	6.00	0.99%		1 1							1 1	100% 17%
9	Sistema de Iluminación para sectores de trabajo	glb	6.00	5.73%				1 1					1 1	100% 17%
10	Suministro de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	1.58%										
11	Suministro de malla	m2	2,000.00	2.77%										
12	Suministro de drenajes	m2	150.00	1.98%										
13	Suministro de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	1.58%										
14	Limpieza, desquinche y eliminación – Túnel	glb	3.00	5.93%										
15	Instalación de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	7.91%	35 30								35 30	86% 12%
16	Instalación de mallas – Túnel	m2	1,288.00	9.88%		40 50	40 50	40 50	50 50	50 50	50 50		270 300	111% 23%
17	Instalación de drenajes – Túnel	und	150.00	4.35%										
18	Limpieza, desquinche y eliminación – Estocada	glb	1.00	7.91%	0.2 0.2								0.2 0.2	100% 20%
19	Instalación de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	11.86%						30 30	30 30		60 60	100% 17%
20	Instalación de mallas – Estocada	m2	712.00	5.73%										
21	Perforación e instalación de argollas para extensores	und	30.00	1.58%										
22	Ensayos Pull Out Test - Túnel	und	14.00	0.99%										
23	Ensayos Pull Out Test - Estocada	und	20.00	1.38%										
24	Desmovilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	0.99%										
25	Desmovilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	0.79%										
26	Alquiler de Camión Grúa para Carga de equipos y residuos	glb	1.00	0.79%										
27	Cierre Integral de Obra y Lecciones aprendidas	glb	1.00	0.59%										

Nota. Elaboración propia.

Figura 13

Curva S – Setiembre



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 13 se aprecia la Curva S, la cual representa el avance del trabajo a lo largo del tiempo.

La quinta semana, muestra un avance ejecutado de 32.40 %, frente a un planificado del 34.39 %. A pesar de que aún se mantiene por debajo de lo planificado, la brecha entre lo ejecutado y lo planificado comienza a disminuir, lo que se interpreta como una recuperación del proyecto.

En la sexta y séptima semanas, del 10 al 17 de septiembre, se aprecia un avance ejecutado del 40.71 % y 50.21 % respectivamente, lo cual representa no solo un cumplimiento sino una superación de las metas planificadas, que se situaron en 41.50 % y en 49.21 %. Esto refleja una mejora significativa en la ejecución y una optimización de los recursos y procesos.

La octava semana, presenta un avance ejecutado del 58.96 %, excediendo el avance planificado del 56.32 %. La tendencia positiva se afianza, mostrando una gestión eficaz y una ejecución que supera las expectativas.

En la novena semana, se evidencia una continuidad en la superación del objetivo planificado, con un avance ejecutado de 67.51 %, frente al planificado de 63.44 %. Este resultado se toma como indicativo de una madurez en la ejecución del proyecto donde los procesos están bien establecidos y resultan en una eficiencia mejorada.

4.1.3.1. Indicadores Earned Value Management (EVM). El análisis de los indicadores de Earned Value Management (EVM) para los meses de agosto y septiembre proporciona una visión comprensiva de la evolución y estado del proyecto de reforzamiento de túnel durante este tiempo. En la Tabla 24 a continuación, se presenta en detalle los indicadores.

Tabla 24

Indicadores Earned Value Management (EVM)

Descripción	Agosto	Septiembre
Presupuesto Total del Proyecto (BAC)	$235,650.00	$235,650.00
% Planificado	26.09%	63.44%
% Ejecutado	21.91%	67.51%
% Diferencia	-4.18%	4.07%
Valor Planificado (PV)	$61,473.91	$149,493.38
Valor Acumulado (EV)	$51,630.33	$159,082.49
Costo Real (AC)	$74,276.88	$169,432.35
Variación del Costo (CV)	-$22,646.55	-$10,349.86
Variación del Cronograma (SV)	-$9,843.59	$9,589.11
Índice de Desempeño del Costo (CPI)	0.70	0.94
Índice de Desempeño del Cronograma (SPI)	0.83	0.88
Estimación a la Terminación (EAC)	$258,296.55	$245,999.86
Estimación para Completar (ETC)	$184,019.67	$76,567.51
Variación a la Terminación (VAC)	-$22,646.55	-$10,349.86
Índice de Desempeño para Completar (TCPI)	1.14	1.16

Nota. Elaboración propia.

En septiembre, se aprecia una recuperación en la ejecución del proyecto. A pesar de que el proyecto todavía está gastando más de lo previsto (CV negativa), el CPI mejoró a 0.94, acercándose al punto de equilibrio y el proyecto superó las expectativas del cronograma con un SPI de 1.06, indicando que se está avanzando más rápido de lo planeado.

4.1.3.2. Interpretación y Análisis Comparativo entre agosto y septiembre. Como se desglosa a continuación.

- **Desempeño de Costo:** La Variación del Costo (CV) mejoró significativamente de -$22,646.55 en agosto a -$10,349.86 en septiembre, reflejando una gestión de costos más efectiva, también hubo una mejora notable en el manejo de costos, reflejada por un aumento en el Índice de Desempeño del Costo (CPI) de 0.70 en agosto a 0.94 en septiembre.
- **Desempeño del Cronograma:** El proyecto pasó de un retraso de Variación del Cronograma (SV) de -$9,843.59 en agosto a un adelanto de $9,589.11 en septiembre y el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) pasó de estar por debajo del objetivo 0.83 en

agosto a superarlo 1.06 en septiembre, lo que demuestra una aceleración en la ejecución del trabajo y una mejor alineación con el cronograma planificado.

- **Proyecciones:** La Estimación a la Terminación (EAC) disminuyó de $258,296.55 estimado en agosto a $245,999.86 en septiembre, lo que indica que se espera que el proyecto termine más cerca del presupuesto original. A su vez, el Índice de Desempeño para Completar (TCPI) aumentó de 1.14 en agosto a 1.16 en septiembre, lo que sugiere que se necesitan mejoras para cumplir con el presupuesto planeado.
- **Implicaciones para la Gestión del Proyecto:** La comparativa de los indicadores sugiere que las medidas correctivas que el equipo de gestión del proyecto tomó después de analizar el rendimiento de agosto, está dando resultados en una ejecución más efectiva en septiembre.
- **Acciones sugeridas:** A pesar de las mejoras, el Costo Real (AC) supera al Valor Acumulado (EV) y al Valor Planificado (PV) en septiembre, aunque en menor medida que en agosto. Esto hace sugerir que la ejecución del proyecto ha mejorado, pero es necesario que aún se requieran ajustes para garantizar la finalización dentro del presupuesto.

Mientras que agosto presentó desafíos significativos en términos de sobrecostos y retrasos, septiembre mostró una mejora en la gestión del proyecto, evidenciada por una recuperación en los indicadores clave de EVM.

4.1.4. *Octubre*

Durante este mes, el proyecto de reforzamiento del túnel continuó su avance en la ejecución de actividades, demostrando un progreso significativo en la consolidación de la infraestructura esencial, entre estas acciones, se destaca la respuesta ágil a las necesidades emergentes del proyecto.

A continuación, se muestra un resumen de las actividades que tuvieron avance en el mes de octubre de 2023:

- **Movilización de Equipos y Herramientas**

Unidad: glb

Metrado Planeado: 1

Avance: 0.03

- **Movilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación**

Unidad: glb

Metrado Planeado: 1

Avance: 0.10

- **Implementación de línea de aire**

Unidad: glb

Metrado Planeado: 6

Avance: 1.00

- **Sistema de Iluminación para sectores de trabajo**

Unidad: glb

Metrado Planeado: 6

Avance: 2.00

- **Instalación de mallas – Túnel**

Unidad: m2

Metrado Planeado: 1288

Avance: 1038.00

- **Instalación de drenajes – Túnel**

Unidad: und

Metrado Planeado: 150

Avance: 150.00

- **Limpieza, desquinche y eliminación – Estocada**

Unidad: glb

Metrado Planeado: 1

Avance: 0.10

- **Instalación de pernos de anclaje – Estocada**

Unidad: und

Metrado Planeado: 350

Avance: 160.00

- **Instalación de mallas – Estocada**

Unidad: m2

Metrado Planeado: 712

Avance: 712.00

- **Perforación e instalación de argollas para extensores**

Unidad: und

Metrado Planeado: 30

Avance: 30.00

- **Ensayos Pull Out Test - Túnel**

Unidad: und

Metrado Planeado: 14

Avance: 14.00

- **Ensayos Pull Out Test - Estocada**

Unidad: und

Metrado Planeado: 20

Avance: 20.00

- **Desmovilización de Equipos y Herramientas**

Unidad: glb

Metrado Planeado: 1

Avance: 1.00

Tabla 25

Avance acumulado – Octubre

Descripción	Septiembre	Octubre
% Planificado	63.44 %	92.09 %
% Ejecutado	67.51 %	96.84 %
% Diferencia	4.07 %	4.74 %

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 25 se muestra el contraste entre los meses de septiembre y octubre, en el mes de septiembre, se fijó una meta de 63.44% de avance planificado y para el fin de este periodo se registró un 67.51 % de ejecución, dejando una diferencia positiva de 4.07 %.

Para el mes de octubre se estableció un objetivo de 92.09 % de avance, con la motivación por el rendimiento anterior, trabajó con determinación y compromiso, dando como resultado una ejecución impresionante del 96.84 %, dando una diferencia entre lo planificado y lo ejecutado de 4.74 %, superando expectativas.

Tabla 26

Detalle del avance del proyecto – semana 10 y 11

LOOKAHEAD

					Avance Semanal	7.27%														Avance Semanal	8.29%		
					Cumplimiento Semanal	93.97%														Cumplimiento Semanal	95.89%		
CARACTERÍSTICAS GENERALES													Sem.	10							Sem.	11	
ID	DESCRIPCIÓN OBRA	UND	METRADO	PESO	02-oct Lun	03-oct Mar	04-oct Mié	05-oct Jue	06-oct Vie	07-oct Sáb	08-oct Dom		Avance	% Sem. % Metr.	09-oct Lun	10-oct Mar	11-oct Mié	12-oct Jue	13-oct Vie	14-oct Sáb	15-oct Dom		Avance	% Sem. % Metr.
ACTIVIDADES PLANIFICADAS														2%										1%
1	Kick Off Meeting (KOM)	und	4	0.79%																				
2	Movilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	5.73%	0.03								0.03	100%										
					0.03								0.03	3%										
3	Movilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	2.77%		0.15							0.15	67%										
						0.1							0.1	10%										
4	Alquiler de Camión Grúa para Descarga de equipos y Materiales	glb	1.00	2.77%																				
5	Habilitacion de Oficina	und	1	0.79%																				
6	Habilitacion de Almacén para Obra	und	1.00	5.93%																				
7	Trazo y replanteo	und	750.00	5.93%																				
8	Implementación de línea de aire	glb	6.00	0.99%	1								1	100%										
					1								1	17%										
9	Sistema de Iluminación para sectores de trabajo	glb	6.00	5.73%					1				1	100%					1				1	100%
									1				1	17%					1				1	17%
10	Suministro de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	1.58%																				
11	Suministro de malla	m2	2,000.00	2.77%																				
12	Suministro de drenajes	m2	150.00	1.98%																				
13	Suministro de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	1.58%																				
14	Limpieza, desquinche y eliminación – Túnel	glb	3.00	5.93%																				
15	Instalación de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	7.91%																				
16	Instalación de mallas – Túnel	m2	1,288.00	9.88%	75	75	75	80	75	50	50		480	94%	70	80	80	80	80	70	50		510	96%
					70	88	70	70	70	45	40		453	35%	70	70	70	70	70	70	70		490	38%
17	Instalación de drenajes – Túnel	und	150.00	4.35%																				
18	Limpieza, desquinche y eliminación – Estocada	glb	1.00	7.91%																				
19	Instalación de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	11.86%	30								30	100%		40	40						80	88%
					30								30	9%		40	30						70	20%
20	Instalación de mallas – Estocada	m2	712.00	5.73%		50	50	55					155	97%				50	50	50			150	100%
						50	50	50					150	21%				50	50	50			150	21%
21	Perforación e instalación de argollas para extensores	und	30.00	1.58%																				
22	Ensayos Pull Out Test - Túnel	und	14.00	0.99%																				
23	Ensayos Pull Out Test - Estocada	und	20.00	1.38%																				
24	Desmovilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	0.99%																				
25	Desmovilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	0.79%																				
26	Alquiler de Camión Grúa para Carga de equipos y residuos	glb	1.00	0.79%																				
27	Cierre Integral de Obra y Lecciones aprendidas	glb	1.00	0.59%																				

Nota. Elaboración propia.

Tabla 27

Detalle del avance del proyecto – semana 12 y 13

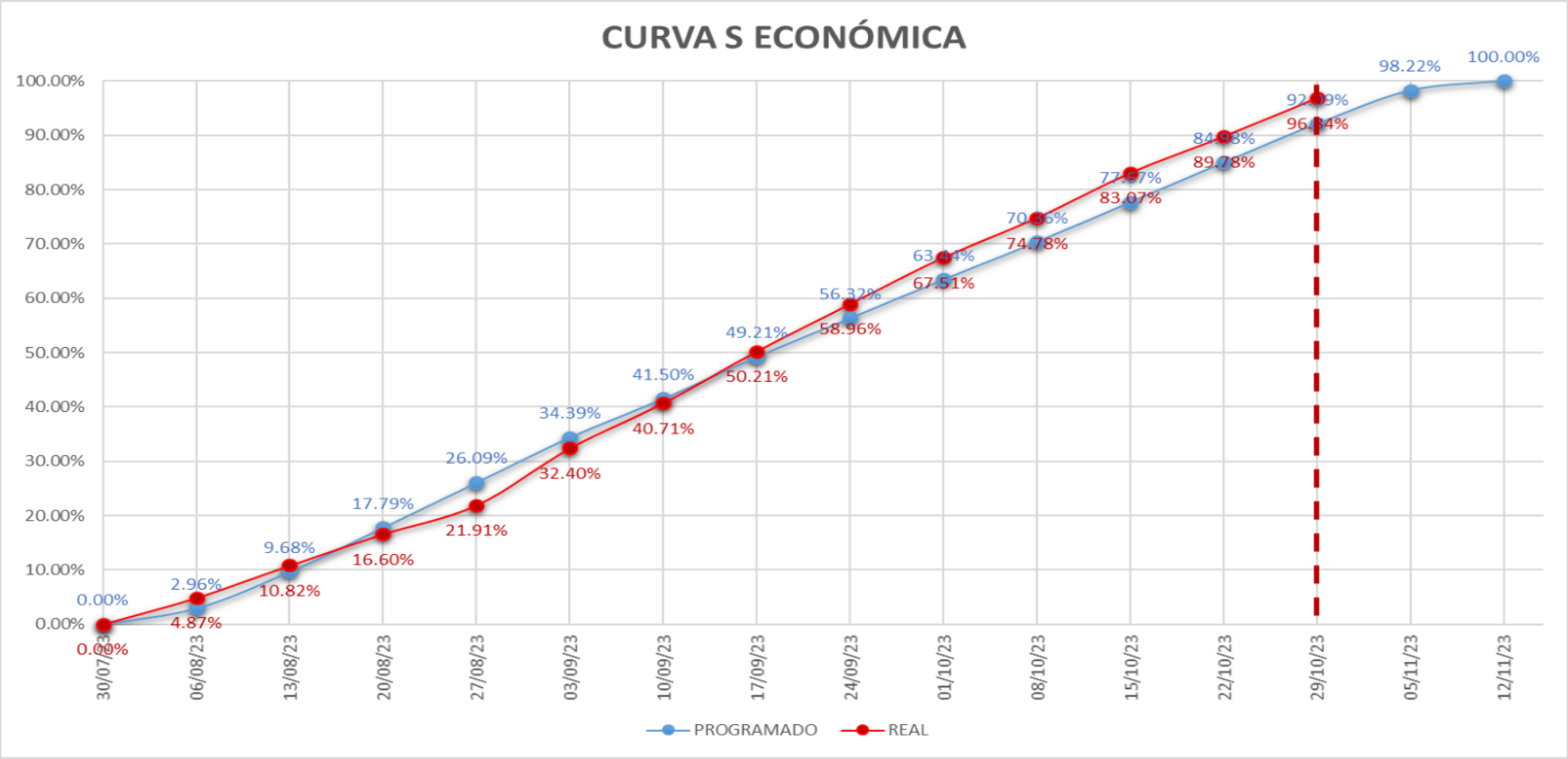
	Semana 12	Semana 13
Avance Semanal	6.71%	7.06%
Cumplimiento Semanal	93.64%	96.67%

LOOKAHEAD – CARACTERÍSTICAS GENERALES					Sem. 12									Sem. 13								
ID	DESCRIPCIÓN OBRA	UND	METRADO	PESO	16-oct Lun	17-oct Mar	18-oct Mié	19-oct Jue	20-oct Vie	21-oct Sáb	22-oct Dom	Avance	% Sem. / % Metr.	23-oct Lun	24-oct Mar	25-oct Mié	26-oct Jue	27-oct Vie	28-oct Sáb	29-oct Dom	Avance	% Sem. / % Metr.
ACTIVIDADES PLANIFICADAS													0%									0%
1	Kick Off Meeting (KOM)	und	4	0.79%																		
2	Movilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	5.73%																		
3	Movilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	2.77%																		
4	Alquiler de Camión Grúa para Descarga de equipos y Materiales	glb	1.00	2.77%																		
5	Habilitacion de Oficina	und	1	0.79%																		
6	Habilitacion de Almacén para Obra	und	1.00	5.93%																		
7	Trazo y replanteo	und	750.00	5.93%																		
8	Implementación de línea de aire	glb	6.00	0.99%																		
9	Sistema de Iluminación para sectores de trabajo	glb	6.00	5.73%																		
10	Suministro de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	1.58%																		
11	Suministro de malla	m2	2,000.00	2.77%																		
12	Suministro de drenajes	m2	150.00	1.98%																		
13	Suministro de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	1.58%																		
14	Limpieza, desquinche y eliminación – Túnel	glb	3.00	5.93%																		
15	Instalación de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	7.91%																		
16	Instalación de mallas – Túnel	m2	1,288.00	9.88%	50 / 45							50 / 45	90% / 3%									
17	Instalación de drenajes – Túnel	und	150.00	4.35%										30 / 30	30 / 30	30 / 30	30 / 30	30 / 30			150 / 150	100% / 100%
18	Limpieza, desquinche y eliminación – Estocada	glb	1.00	7.91%			0.1 / 0.1					0.1 / 0.1	100% / 10%									
19	Instalación de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	11.86%		35 / 30						35 / 30	86% / 9%									
20	Instalación de mallas – Estocada	m2	712.00	5.73%			80 / 50	80 / 80	80 / 80	80 / 80	80 / 80	400 / 370	93% / 52%	45 / 42							45 / 42	93% / 6%
21	Perforación e instalación de argollas para extensores	und	30.00	1.58%		10 / 10		10 / 10		10 / 10		30 / 30	100% / 100%									
22	Ensayos Pull Out Test - Túnel	und	14.00	0.99%										5 / 4	5 / 5	5 / 5					15 / 14	93% / 100%
23	Ensayos Pull Out Test - Estocada	und	20.00	1.38%													5 / 5	5 / 5	5 / 5	5 / 5	20 / 20	100% / 100%
24	Desmovilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	0.99%																		
25	Desmovilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	0.79%																		
26	Alquiler de Camión Grúa para Carga de equipos y residuos	glb	1.00	0.79%																		
27	Cierre Integral de Obra y Lecciones aprendidas	glb	1.00	0.59%																		

Nota. Elaboración propia.

Figura 14

Curva S – Octubre



Nota. Elaboración propia.

Durante la décima semana, se planificó un avance de 70.36 % y se ejecutó un 74.78 %, en la undécima semana, el avance ejecutado alcanza el 83.07 %, superando al planificado de 77.67 %, similar a la duodécima semana con un avance ejecutado del 89.78 %, que continúa excediendo el planificado del 84.98 %, esta tendencia se mantiene robusta en la décimo tercera semana, con un avance ejecutado del 96.84 % frente a un planificado de 92.09 %.

4.1.4.1. Indicadores Earned Value Management (EVM). El análisis de los indicadores de Earned Value Management (EVM) para los meses de septiembre y octubre, proporciona una visión comprensiva de la evolución y estado del proyecto de reforzamiento de túnel durante este tiempo. A continuación, en la Tabla 28 se presenta en detalle los indicadores.

Tabla 28

Indicadores Earned Value Management (EVM)

Descripción	Septiembre	Octubre
Presupuesto Total del Proyecto (BAC)	$235,650.00	$235,650.00
% Planificado	63.44 %	92.09 %
% Ejecutado	67.51 %	96.84 %
% Diferencia	4.07 %	4.74 %
Valor Planificado (PV)	$149,493.38	$217,021.54
Valor Acumulado (EV)	$159,082.49	$228,198.62
Costo Real (AC)	$169,432.35	$219,908.58
Variación del Costo (CV)	-$10,349.86	$8,290.04
Variación del Cronograma (SV)	$9,589.11	$11,177.08
Índice de Desempeño del Costo (CPI)	0.94	1.04
Índice de Desempeño del Cronograma (SPI)	0.88	0.99
Estimación a la Terminación (EAC)	$245,999.86	$227,359.96
Estimación para Completar (ETC)	$76,567.51	$7,451.38
Variación a la Terminación (VAC)	-$10,349.86	$8,290.04
Índice de Desempeño para Completar (TCPI)	1.16	0.47

Nota. Elaboración propia.

Para octubre, se aprecian indicadores más favorables. El proyecto no solo sigue adelante del cronograma (SPI > 1), sino que también ha mejorado en eficiencia de costos, con un Variación del Costo (CV) positivo

y un Índice de Desempeño del Costo (CPI) que supera la unidad, lo que indica que el valor del trabajo realizado supera el costo real incurrido.

4.1.4.2. Interpretación y Análisis Comparativo entre septiembre y octubre. Que se desglosa como sigue:

- **Desempeño de Costo:** Hay una mejora significativa de septiembre a octubre en la gestión de costos, reflejada en el cambio de una Variación del Costo (CV) negativo a positivo y un aumento en el Índice de Desempeño del Costo (CPI) de 0.94 a 1.04. Esto sugiere que las medidas correctivas tomadas para controlar los costos han sido efectivas.
- **Desempeño del Cronograma:** El Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) se mantuvo por encima de 1 en ambos meses, lo que indica que el proyecto continuó superando las expectativas del cronograma. La mejora en la Variación del Cronograma (SV) de septiembre a octubre muestra un incremento en la velocidad con la que se completaron las tareas planificadas.
- **Proyecciones:** La Estimación a la Terminación (EAC) decrece desde septiembre a octubre, lo que sugiere que el equipo del proyecto está en camino de completar el proyecto por debajo del presupuesto inicial si se mantienen las tendencias actuales.
- **Implicaciones para la Gestión del Proyecto:** La eficiencia mejorada en el manejo de los costos y la aceleración del cronograma ponen al proyecto en una posición favorable para su término.
- **Acciones sugeridas:** El proyecto muestra una tendencia positiva en el rendimiento general lo cual es un indicativo de un manejo efectivo del proyecto, el cual se recomienda seguir hasta el finalizar.

  La comparación entre septiembre y octubre muestra un progreso sostenido y una mejora en la eficiencia tanto en los costos como en el cronograma, resaltando la capacidad del equipo de proyecto para adaptarse y mejorar sus procesos.

4.1.5. *Noviembre*

En este último periodo del proyecto de reforzamiento del túnel, alcanzó la culminación de diversas fases operativas y la preparación meticulosa para la finalización de la obra. Este periodo del proyecto estuvo marcado por la implementación de procedimientos de cierre y desmovilización, reflejando la transición hacia la conclusión de las actividades de construcción y reforzamiento.

Durante este mes, se llevó a cabo la desmovilización de equipos y herramientas, un proceso ejecutado con la máxima atención, garantizando así un retiro sistemático y organizado de los recursos del sitio de trabajo, además, se realizaron evaluaciones y la compilación de lecciones aprendidas, un ejercicio que permite la reflexión crítica sobre los desafíos enfrentados y los éxitos logrados a lo largo del proyecto.

Para el mes de noviembre de 2023, estas son las actividades que registraron avance:

- **Desmovilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación**

Unidad: glb
Metrado Planeado: 1
Avance: 1.0

- **Alquiler de Camión Grúa para Carga de equipos y residuos**

Unidad: glb
Metrado Planeado: 1
Avance: 1.0

- **Cierre Integral de Obra y Lecciones aprendidas**

Unidad: glb
Metrado Planeado: 1
Avance: 1.0

Hacia el final del período reportado, se estaban completando las fases de desmovilización y cierre de la obra, con la culminación de estas actividades mencionadas se alcanzó un avance completo en noviembre.

Tabla 29

Avance acumulado – 05 de Noviembre

Descripción	Octubre	05-nov
% Planificado	92.09%	98.22%
% Ejecutado	96.84%	100.00%
% Diferencia	4.74%	1.78%

Nota. Realizado por el autor.

En octubre, se propuso alcanzar un notable 92.09 % en la ejecución de los objetivos, una meta superada con creces, logrando un 96.84 %, este rendimiento dejó una diferencia positiva de 4.74 %.

Para el siguiente mes, el objetivo era alcanzar el 98.22 % para el 5 de noviembre, como previa al objetivo final del 100 % el 9 de noviembre. Sin embargo, se superó las expectativas, alcanzando el 100 % de los objetivos ya el 5 de noviembre, cinco días antes de lo previsto, este logro representa una diferencia positiva de 1.78 % con respecto a la meta y también simboliza la culminación exitosa del presente proyecto antes de la fecha límite.

Alcanzar el 100 % de los objetivos con anticipación es la prueba del trabajo duro, la dedicación y la eficiencia del equipo, este adelanto refleja una planificación y ejecución excepcional y con capacidad de adaptación rápida y poder superar cualquier desafío presente, aquí se ve la importancia de establecer metas y un alcance claro, así como mantener una comunicación efectiva y fomentar un entorno de trabajo que motive al equipo a superarse constantemente.

Tabla 30

Detalle del avance del proyecto – semana 14 y 15

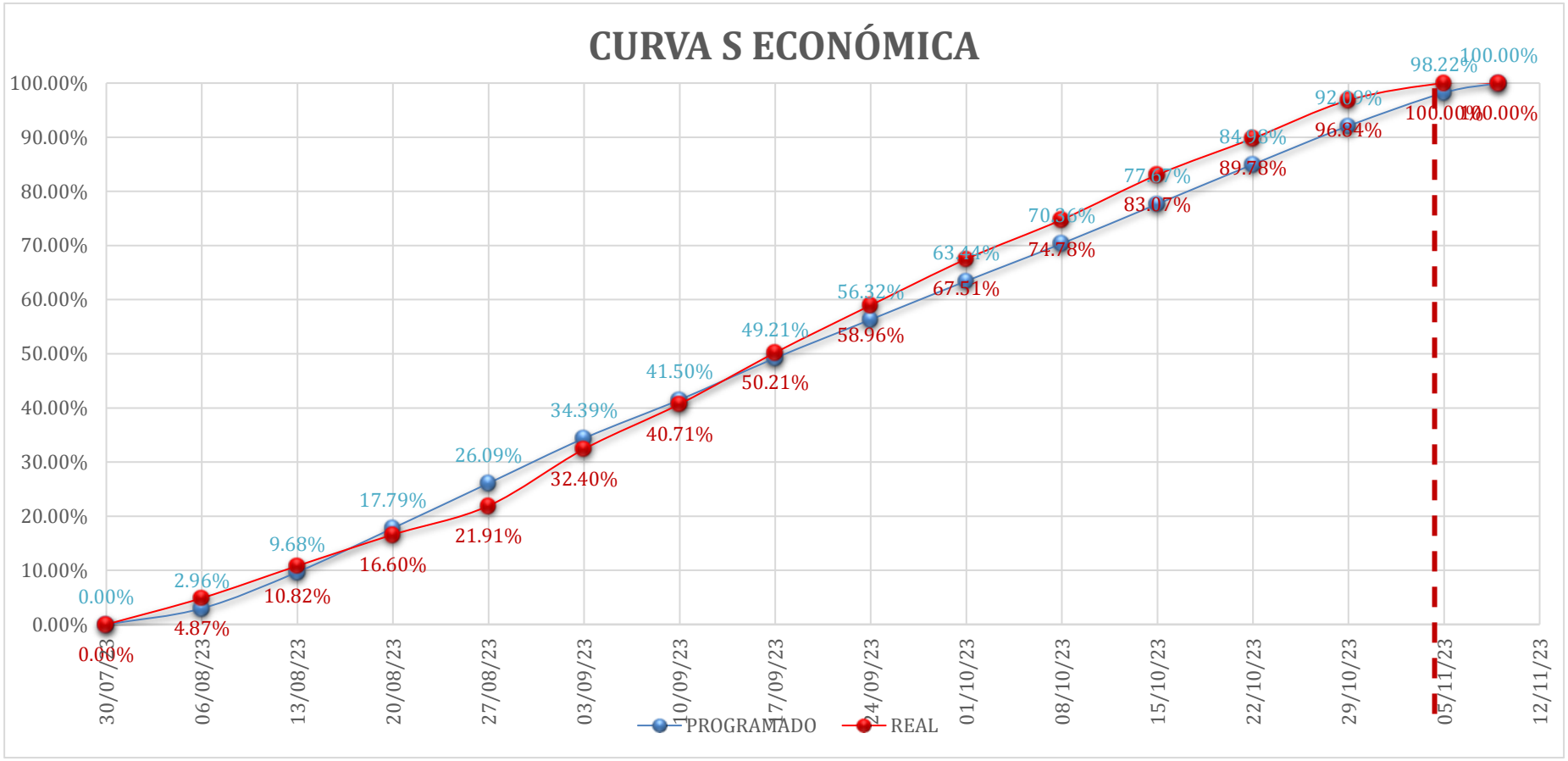
	Semana 14		Semana 15
Avance Semanal	3.16%	Avance Semanal	0.00%
Cumplimiento Semanal	100.00%	Cumplimiento Semanal	

LOOKAHEAD																						
CARACTERÍSTICAS GENERALES													Sem. 14								Sem. 15	
ID	DESCRIPCIÓN OBRA	UND	METRADO	PESO	30-oct	31-oct	01-nov	02-nov	03-nov	04-nov	05-nov	Avance	% Sem.	06-nov	07-nov	08-nov	09-nov				Avance	% Sem.
					Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom		% Metr.	Lun	Mar	Mié	Jue					% Metr.
ACTIVIDADES PLANIFICADAS													0%									0%
1	Kick Off Meeting (KOM)	und	4	0.79%																		
2	Movilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	5.73%																		
3	Movilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	2.77%																		
4	Alquiler de Camión Grúa para Descarga de equipos y Materiales	glb	1.00	2.77%																		
5	Habilitacion de Oficina	und	1	0.79%																		
6	Habilitacion de Almacén para Obra	und	1.00	5.93%																		
7	Trazo y replanteo	und	750.00	5.93%																		
8	Implementación de línea de aire	glb	6.00	0.99%																		
9	Sistema de Iluminación para sectores de trabajo	glb	6.00	5.73%																		
10	Suministro de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	1.58%																		
11	Suministro de malla	m2	2,000.00	2.77%																		
12	Suministro de drenajes	m2	150.00	1.98%																		
13	Suministro de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	1.58%																		
14	Limpieza, desquinche y eliminación – Túnel	glb	3.00	5.93%																		
15	Instalación de pernos de anclaje – Túnel	und	250.00	7.91%																		
16	Instalación de mallas – Túnel	m2	1,288.00	9.88%																		
17	Instalación de drenajes – Túnel	und	150.00	4.35%																		
18	Limpieza, desquinche y eliminación – Estocada	glb	1.00	7.91%																		
19	Instalación de pernos de anclaje – Estocada	und	350.00	11.86%																		
20	Instalación de mallas – Estocada	m2	712.00	5.73%																		
21	Perforación e instalación de argollas para extensores	und	30.00	1.58%																		
22	Ensayos Pull Out Test - Túnel	und	14.00	0.99%																		
23	Ensayos Pull Out Test - Estocada	und	20.00	1.38%																		
24	Desmovilización de Equipos y Herramientas	glb	1.00	0.99%	0.5 0.5	0.5 0.5						1 1	100% 100%									
25	Desmovilización de Módulos de Andamios para Trabajos de Perforación	glb	1.00	0.79%			0.5 0.5	0.5 0.5				1 1	100% 100%									
26	Alquiler de Camión Grúa para Carga de equipos y residuos	glb	1.00	0.79%					0.5 0.5	0.5 0.5		1 1	100% 100%									
27	Cierre Integral de Obra y Lecciones aprendidas	glb	1.00	0.59%					 0.2	0.5 0.4	0.5 0.4	1 1	100% 100%									

Nota. Elaboración propia.

Figura 15

Curva S – Noviembre



Nota. Elaboración propia.

En las semanas décimo cuarta y décimo quinta, ambos avances planificados y ejecutados convergen al 100 %, denotando la culminación exitosa del proyecto, alcanzando todos los hitos establecidos antes del marco temporal previsto.

4.1.5.1. Indicadores Earned Value Management (EVM). El análisis de los indicadores de Earned Value Management (EVM) para los meses de octubre y noviembre, proporciona una visión final del estado del proyecto de reforzamiento de túnel. En la Tabla 31, se presenta en detalle los indicadores.

Tabla 31

Indicadores Earned Value Management (EVM)

Descripción	Octubre	05-Nov
Presupuesto Total del Proyecto (BAC)	$235,650.00	$235,650.00
% Planificado	92.09 %	98.22 %
% Ejecutado	96.84 %	100.00 %
% Diferencia	4.74 %	1.78 %
Valor Planificado (PV)	$217,021.54	$231,455.43
Valor Acumulado (EV)	$228,198.62	$235,650.00
Costo Real (AC)	$219,908.58	$225,324.11
Variación del Costo (CV)	$8,290.04	$10,325.89
Variación del Cronograma (SV)	$11,177.08	$4,194.57
Índice de Desempeño del Costo (CPI)	1.04	1.05
Índice de Desempeño del Cronograma (SPI)	0.99	1.03
Estimación a la Terminación (EAC)	$227,359.96	$225,324.11
Estimación para Completar (ETC)	$7,451.38	$0.00
Variación a la Terminación (VAC)	$8,290.04	$10,325.89
Índice de Desempeño para Completar (TCPI)	0.47	0.00

Nota. Elaboración propia.

En esta última etapa de culminación del proyecto, analizando los indicadores del proyecto de reforzamiento de túnel presenta un Costo Real (AC) de $225,324.11, mostrando el costo acumulado menor al Presupuesto Total del Proyecto (BAC) y evidenciando que el proyecto concluyó con un presupuesto más bajo que el proyectado.

4.1.5.2. Interpretación y Análisis Comparativo entre octubre y noviembre. Que a continuación se desglosa:

- **Desempeño de Costo:** El proyecto demostró una gestión de costos altamente eficiente, mejorando de octubre a noviembre, como se evidencia en un Desempeño del Costo (CPI) ascendente y una Variación del Costo (CV) positiva creciente, se puede deducir que el control de los gastos se fortaleció a medida que el proyecto avanzaba.
- **Desempeño del Cronograma:** Finalizar el proyecto 4 días antes de lo previsto destaca una planificación y ejecución eficiente.
- **Implicaciones para la Gestión del Proyecto:** Este proyecto demuestra la importancia de monitorear de cerca los indicadores de EVM y adaptar las estrategias según sea necesario.
- **Conclusión Anticipada y Bajo Presupuesto:** Finalizar antes de lo previsto y bajo presupuesto es un indicador claro del éxito del proyecto. La gestión proactiva y la respuesta rápida a las desviaciones del plan original han jugado un papel crucial en este resultado.

  La comparación entre octubre y noviembre muestra una mejora continua en la gestión del proyecto, finalizando exitosamente ya que superó las expectativas tanto en términos de cronograma como de presupuesto.

4.1.6. *Fase Final*

Los resultados alcanzados al concluir el proyecto de reforzamiento de túnel en la “Empresa Minera Joaquín” obtenidos del final del proyecto, se detallan en la Tabla 32.

Tabla 32

Liquidación de la obra

DURACIÓN PLANIFICADA: 100 días calendario		
Ejecución del proyecto	95 días calendario	Operación de Actividades
Presupuesto Asignado	$235,650.00	Presupuesto total programado
Presupuesto final	$225,324.11	Presupuesto final entregado
Variación	$10,325.89	Variación del presupuesto

Nota. Elaboración propia.

El proyecto de reforzamiento del túnel de la Empresa Minera Joaquín, ha concluido satisfactoriamente antes del plazo y por debajo del presupuesto asignado inicialmente.

Se estableció un cronograma de 100 días calendario para completar todas las fases del proyecto, la operación de actividades se desarrolló eficientemente, completándose en 95 días calendario, esta finalización de 5 días antes de lo previsto, refleja una gestión efectiva y una coordinación entre todos los equipos involucrados.

Para la realización del proyecto se programó un presupuesto total de $235,650.00, este presupuesto cubriría todos los costos como mano de obra, materiales, maquinaria y otros gastos indirectos necesarios para la ejecución del proyecto, al concluir el proyecto, el gasto real fue de $225,324.11, lográndose un ahorro de $10,325.89 respecto al presupuesto inicialmente planificado, esta variación positiva del presupuesto destaca la eficiencia en la gestión de costos y la capacidad del equipo para optimizar el uso de recursos sin comprometer el alcance del trabajo.

4.2. Discusión

Los resultantes del proyecto de reforzamiento de túnel en la “Empresa Minera Joaquín” y la aplicación de la metodología Earned Value Management (EVM) se enriquecen al correlacionarse con los antecedentes a nivel nacional como internacional como se refiere en el presente trabajo:

- La eficacia de EVM, evidenciada por un ahorro de $10,325.89 bajo el presupuesto inicial y la finalización del proyecto 5 días antes de lo previsto, concuerda con las conclusiones de Bringas (2020) sobre la necesidad de implementar controles para mejorar la gestión de proyectos. La correlación estadística significativa ($p< 0,05$) encontrada por Bringas se alinea con la mejora observada en el proyecto, resaltando la importancia de controles precisos y la toma de decisiones informada.

- La correlación significativa entre la utilidad neta y la generación de valor económico (EVA) en empresas mineras, identificada por Paredes (2018) con un valor de 0,832, también encuentra eco en el proyecto. La aplicación de EVM ha demostrado ser un mecanismo eficaz para fortalecer la rentabilidad y sostenibilidad de proyectos mineros, alineándose con los hallazgos de Cardona y Padierna (2017), que destacaron la mejora en la gestión y evaluación de riesgos con un valor Rho de 0,845.

- La documentación y validación de procesos en áreas clave como compras y talento humano, mencionada por Jaimes et al., (2022) con una correlación de 0,834, y la confirmación de altos índices de ganancia a través de la planificación y programación de obras por Llambo y Tomalá (2021) con un valor de 0,875, respaldan aún más la relevancia de EVM como herramienta crítica en la gestión eficiente de proyectos.

La coherencia en los hallazgos subraya la importancia de adoptar EVM como una práctica estándar para mejorar la toma de decisiones, la precisión en la planificación y ejecución, y, en última instancia, la rentabilidad y sostenibilidad de proyectos en el sector minero.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

El proyecto se completó según lo previsto, a continuación, se presenta las conclusiones que derivan directamente de los objetivos planteados y los resultados obtenidos:

- Se determinó que la aplicación de la metodología Earned Value Management (EVM) influyó positivamente en la gestión del proyecto de reforzamiento de túnel en la Empresa Minera Joaquín, demostrando ser esencial para la optimización de la gestión financiera, logrando un ahorro de $10,325.89 respecto al presupuesto inicial. Esto se logró con un exhaustivo y preciso monitoreo del rendimiento del proyecto, lo que facilitó la toma de decisiones basadas en datos y permitió realizar ajustes oportunos para corregir desviaciones de manera eficaz.

- Se contrasto la metodología Earned Value Management (EVM) entre las etapas de planeamiento y ejecución revelando diferencias significativas y tangibles en la gestión del proyecto. En un inicio, se asignó un presupuesto de $235,650.00 para una duración de 100 días, con la implementación de EVM durante la ejecución se alcanzó y supero los objetivos establecidos, finalizando el proyecto en 95 días y con un gasto real de $225,324.11, demostrándose que EVM no solo optimizó la asignación de recursos, sino que también garantizó una conclusión anticipada del proyecto.

- Se determinó que con la implementación de la metodología Earned Value Management (EVM) en las fases de planeación y ejecución en el proyecto, demostró un impacto positivo, también ha permitido una medición precisa del progreso y la eficiencia económica mediante el uso de indicadores como el Índice de Desempeño del Costo (CPI) que alcanzó el 1.05, reflejando un manejo financiero más eficiente que lo anticipado y el indicador de Índice de

Desempeño del Cronograma (SPI) de 1.02, el cual indica que las actividades progresaron a un ritmo más rápido de lo planificado. Estos indicadores subrayan la capacidad de mejorar sustancialmente tanto la planificación como la ejecución del proyecto.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

Se detallan a continuación:

- Dada la efectividad de la metodología Earned Value Management (EVM) en la mejora de la gestión del proyecto de reforzamiento de túnel, se recomienda su adopción y mayor utilización dentro de la empresa Minera Joaquín y otras empresas del sector, esta implementación de la metodología EVM debe considerarse también para proyectos medianos y pequeños, ajustando la complejidad de la metodología según las necesidades específicas de cada proyecto.

- Se sugiere dar capacitación y programas de formación sobre la metodología EVM para gestores de proyectos y líderes de equipos de trabajo, esta debe enfocarse en los principios de la metodología, así como el uso de herramientas y software que faciliten su implementación y seguimiento.

- Implementar un sistema de mejora continua que utilice los datos y lecciones aprendidas de la aplicación de EVM para optimizar prácticas de gestión de proyectos. Este sistema debe incluir mecanismos para recoger, analizar y aplicar retroalimentación tanto a los equipos internos como de los stakeholders.

- Desarrollar y documentar un conjunto de políticas, procedimientos y mejores prácticas estandarizados para la implementación de EVM. Esto ayudará a asegurar la coherencia y la calidad en la gestión de proyectos a través de la organización.

- Utilizar los datos generados por EVM para un análisis más detallado y predictivo de riesgos. Esto permite una respuesta más proactiva a posibles desviaciones del proyecto, mejorando la capacidad de la empresa para gestionar incertidumbres y mitigar riesgos.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akhavian, R. y Nguyem, P. (2019). *Synergistic Effect of Integrated Project Delivery, Lean Construction, and Building Information Modeling on Project Performance Measures: A Quantitative and Qualitative Analysis.* Hindawi. https://www.hindawi.com/journals/ace/2019/1267048/

Asp Blasstronics. (2006). *Instrumentación, monitoreo e interpretación de vibraciones.* EXSA.

Barrientos, I. (2022). *Estudio técnico económico para el uso de barras de perforación en CIA Minera Aruntani-Unidad Santa Rosa, 2022* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4775

Bringas, O. (2020). *Controles de ejecución asociados a la gestión de proyectos de las empresas contratistas constructoras de una minera importante ubicada en Cajamarca - Perú* [Tesis de Maestría, Universidad Científica del Sur]. https://hdl.handle.net/20.500.12805/2060

Cardona, L. y Padierna, D. (2017). *Integración del Project Finance y del valor ganado aplicado a los ciclos de vida del proyecto* [Tesis de pregrado, Tecnológico de Antioquía, Institución Universitaria. https://dspace.tdea.edu.co/handle/tda/325

Carrasco, S. (2016). *Metodología de la investigación científica.* San Marcos E.I.R.L. https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1_

Carrasco, S. (2018). *Metodología de la investigación científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación.* San Marcos E.I.R.L.

Caycho, C., Castillo, C. y Merino, V. (2019). *Manual de estadística no paramétrica aplicada a los negocios.* Alianza editorial.

Chatterjee, K. y Samuelson, W. (2015). *Game theory and business applications.* Springer.

Diaz, N. y Castaño, C. (2013). El Valor Compartido como Nueva Estrategia de Desarrollo empresarial. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 82-100.

Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas.* Mc Graw Hill.

International Society of Explosives Engineers. (2018). *Manual del especialista en Voladura.* 17 Edición.

Jaimes, X., Florez, J. y Castellanos, R. (2022). *Fases de diagnóstico, diseño y entrega de la estructura organizacional para las áreas de compras y suministros y de talento humano en una empresa del sector* minero [Tesis de Postgrado, Universidad El Bosque]. https://hdl.handle.net/20.500.12495/9758

Llambo, J. y Tomalá, J. (2021). *Planificación y programación de obra para 3 naves Industriales de estructura metálica con oficinas y Ram ingreso para carga y descarga de material ubicado en el cantón Duran utilizando la metodología del valor* ganado [Tesis de Licenciatura, Universidad de Guayaquil]. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/56800

Paredes, S. (2018). Utilidad neta y generación de valor económico agregado, en empresas del sector minero del Perú, periodo 2012-2016. *Valor contable*. Revista científica de contabilidad. https://doi.org/10.17162/rivc.v5i1.1249

Perea, R. y Huamán, E. (2019). *Aplicación de la metodología de gestión de valor ganado en el proyecto minero "Construcción del túnel de integración esperanza de la U. M. Marcapunta* [Tesis de

Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú. http://hdl.handle.net/20.500.12404/15356

Pico, L. y Diez, S. (2018). *Teoría de juegos y la administración estratégica de empresas.* INNOVA Research Journal.

Rached, F., Hraoui, Y. y Karam, A. (2014). Implementation of IPD in the Middle East and its challenges. *Proc 22 nd ann*, 293-304.

Romero, R. (2016). *Voladura con detonadores electrónicos para optimizar la fragmentación y seguridad en el tajo Toromocho – Minera Chinalco Perú S.A.* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Centro]. http://hdl.handle.net/20.500.12894/3897

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO I: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema general ¿De qué manera la aplicación de la metodología Earned Value Management influye en la mejora de la gestión del proceso de reforzamiento del túnel en la “Empresa Minera Joaquín” en Arequipa?	**Objetivo general** Determinar la aplicación de la metodología Earned Value Management influye en la mejora de la gestión de un proyecto minero de Reforzamiento del túnel en la “Empresa Minera Joaquín”.	**Hipótesis general** La aplicación de la metodología Earned Value Management influye en la mejora de la gestión del Reforzamiento de túnel en la “Empresa Minera Joaquín”.	**Variable independiente:** Metodología Earned Value Management X1. Valor Planificado (metro lineal). X2. Avance Earned Value (EV) (metro lineal). X3. Costo Real (metro lineal). **Variable dependiente** Proyecto minero de reforzamiento. Y1. Planeamiento (metro lineal) Y2. Ejecución (metro lineal) Y3. Evaluación (metro lineal).	**Tipo de investigación:** Descriptivo Correlacional **Nivel de investigación:** Enfoque cuantitativo **Diseño de investigación:** No Experimental. **Población:** 85 Colaboradores de la empresa. **Muestra:** 85 Colaboradores de la empresa. **Técnica observación:** Instrumento ficha técnica.
Problemas específicos ¿Es posible comparar la aplicación de la metodología Earned Value Management en las etapas de planeamiento y ejecución del proceso de reforzamiento del túnel en la "Empresa Minera Joaquín"? ¿Se puede determinar cómo la Earned Value Management mejora la eficiencia en las etapas de planeamiento y ejecución del proceso de reforzamiento del túnel en la "Empresa Minera Joaquín"?	**Objetivos específicos** Contrastar la metodología Earned Value Management en la etapa de planeamiento con la etapa de ejecución del Reforzamiento del túnel en la “Empresa Minera Joaquín”. Determinar la mejora con la metodología Earned Value Management en la etapa de planeamiento y ejecución del reforzamiento del túnel en la “Empresa Minera Joaquín”.	**Hipótesis específicas** Se puede llevar a cabo el diagnóstico situacional del Reforzamiento del túnel en la etapa de planeamiento y en la etapa de ejecución del reforzamiento del túnel en la “Empresa Minera Joaquín”. La evaluación de la metodología Earned Value Management mejora la gestión en las etapas de planeamiento y ejecución del Reforzamiento del túnel en la “Empresa Minera Joaquín”.		

ANEXO II: ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO (EDT)

1. Inicio del Proyecto

- 1.1. Definición del Alcance
- 1.2. Identificación de Stakeholders
- 1.3. Aprobación del Proyecto

2. Planificación

- 2.1. Desarrollo del Plan de Gestión de Proyecto
  - 2.1.1. Plan de Gestión de Costos
  - 2.1.2. Plan de Gestión del Cronograma
- 2.2. Creación del Cronograma de Proyecto
- 2.3. Presupuestación
- 2.4. Planificación de Recursos

3. Diseño y Preparación

- 3.1. Diseños Técnicos del Reforzamiento
- 3.2. Adquisición de Materiales y Equipos
  - 3.2.1. Suministro de pernos de anclaje y mallas
  - 3.2.2. Movilización de Equipos
- 3.3. Preparación del Sitio
  - 3.3.1. Habilitación de Oficinas y Almacén
  - 3.3.2. Trazo y Replanteo

4. Ejecución

- 4.1. Reforzamiento del Túnel
  - 4.1.1. Instalación de Soportes y Mallas
  - 4.1.2. Perforación y Anclaje
  - 4.1.3. Instalación de Drenajes

4.2. Monitoreo y Control con EVM

4.2.1. Seguimiento de Costos (AC)

4.2.2. Medición del Progreso (EV y PV)

4.2.3. Análisis de Variaciones (CV y SV)

5. Seguimiento y Control

5.1. Revisiones Regulares de Progreso

5.2. Actualizaciones del Plan de Proyecto

5.3. Gestión de Cambios

6. Cierre del Proyecto

6.1. Inspecciones Finales y Pruebas

6.1.1. Pull Out Test

6.2. Documentación del Proyecto

6.3. Desmovilización de Recursos

6.4. Revisión Post-Proyecto y Lecciones Aprendidas

7. Entrega y Validación

7.1. Entrega Final al Cliente

7.2. Validación de Cumplimiento con Estándares

7.3. Aceptación Final del Proyecto

ANEXO III: PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 16

Reuniones de retroalimentación de las actividades



Nota. Fotografía propia.

Figura 17

Perforación en la estocada N.º 04



Nota. Fotografía propia.

Figura 18

Instalación de tubería HDP entre la estocada N°06 y N°04



Nota. Fotografía propia.

Figura 19

Perforación en la estocada N°6



Nota. Fotografía propia.

Figura 20

Perforación con equipo



Nota. Fotografía propia.

Figura 21

Instalación de malla en hastial



Nota. Fotografía propia.

Figura 22

Perforación e inyección en la estocada



Nota. Fotografía propia.

Figura 23

Ensayo de Pull Out Test



Nota. Fotografía propia.

Figura 24

Limpieza del material excedente en estocada



Nota. Fotografía propia.

Figura *25*

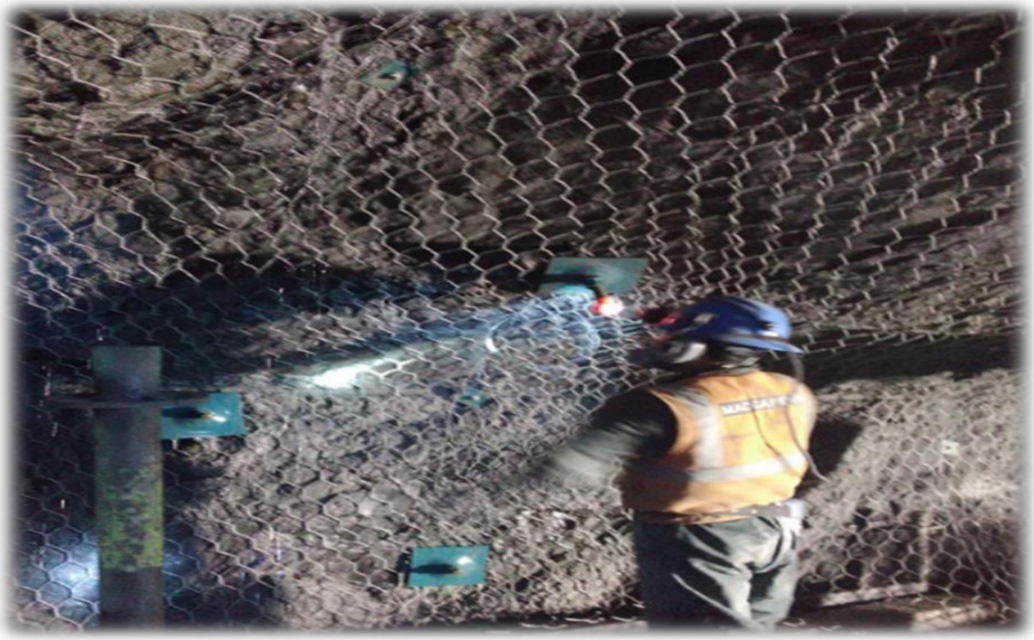
Acabados en la estocada



Nota. Fotografía propia.

Figura *26*

Cocido de malla



Nota. Fotografía propia.

Figura 27

Perforación en el hastial



Nota. Fotografía propia.

Figura 28

Limpieza y transporte de material excedente



Nota. Fotografía propia.

Figura 29

Presentación de estocada



Nota. Fotografía propia.

Figura 30

Colocación de resina en taladro



Nota. Fotografía propia.

Figura 31

Desquinche



Nota. *Fotografía propia.*

Figura 32

Colocación de paneles informativos de seguridad



Nota. Fotografía propia.

Figura 33

Instalación del equipo de activación



Nota. *Fotografía propia.*

Figura 34

Ensayo de Pull Out Test



Nota. Fotografía propia.

Figura 35

Replanteo de puntos en los hastiales



Nota. *Fotografía propia.*

Figura 36

Instalación de malla DT en Subestación



Nota. Fotografía propia.

Figura 37

Instalación de dren en hastial



Nota. Fotografía propia.

Figura 38

Instalación del equipo para la activación



Nota. Fotografía propia.

Figura 39

Carga de 21 Ton.



Nota. Fotografía propia.

Figura 40

Descarga de materiales



Nota. Fotografía propia.

Figura 41

Habilitación de malla de protección.



Nota. Fotografía propia.

Figura 42

Instalación de drenes en estocada



Nota. Fotografía propia.

Figura 43

Ensayos Pull Out Test en estocada

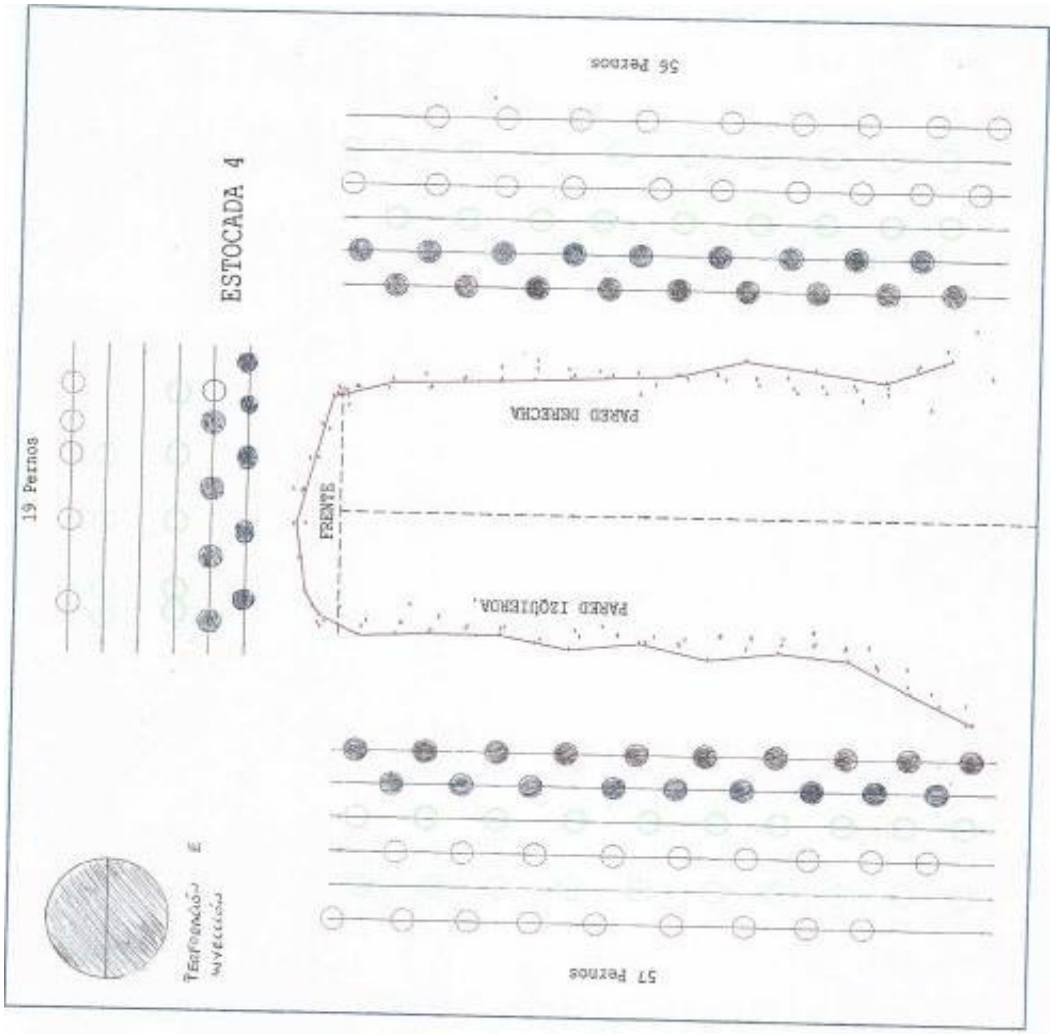


Nota. Fotografía propia.

ANEXO IV: CROQUIS DE PERFORACION

Figura 44

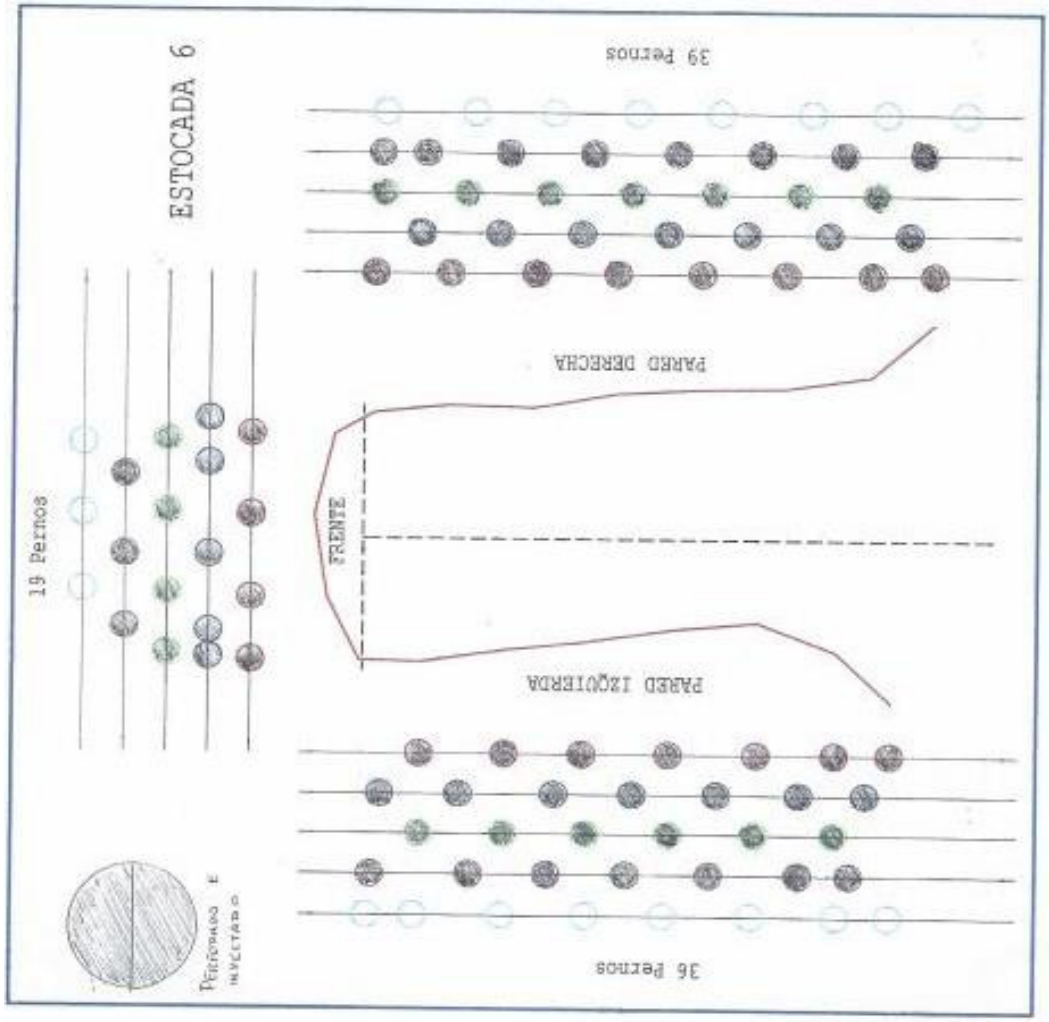
Croquis de perforación en estocada 4



Nota. Elaboración propia.

Figura 45

Croquis de perforación en estocada 6



Nota. Elaboración propia.

ANEXO V: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
X: Variable Independiente: Aplicación de la metodología Earned Value Management (EVM)	Es el conjunto de acciones y procesos que permiten una adecuada planificación, seguimiento del cronograma y control de los costos en un proyecto. Su objetivo principal es garantizar que el proyecto se desarrolle de manera eficiente, evitando contratiempos y asegurando que se cumplan los objetivos establecidos (Cardona y Padierna, 2017).	Según Cardona y Padierna (2017) la metodología de Earned Value Management aborda los siguientes aspectos específicos para su estudio: ● Valor Planificado ● Valor Ganado ● Costo Real	Valor planificado	Planificación Presupuesto asignado
			Valor en Mejora	Monitoreo Análisis
			Costo real	Costo presupuestado Variación de costos
Y: Variable Dependiente: Proyecto minero de reforzamiento	La Gestión del Proyecto Minero se refiere a un conjunto de actividades coordinadas y supervisadas en un centro minero con el propósito de garantizar el logro de los objetivos y metas de la organización. Esto incluye la planificación, ejecución y evaluación de todas las etapas del proyecto minero (Viera, 2021).	Según Viera (2021) la gestión minera comprende los siguientes puntos específicos: ● Planeamiento ● Ejecución ● Evaluación	Planeamiento	Presupuesto Monitoreo
			Ejecución	Cumplimiento del programa anual de seguridad Inspecciones Análisis de los riesgos
			Evaluación	Cierre del proyecto Evaluación ex post

Nota. Elaboración propia.

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos	: Dante Antony Holguín Salas
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N°	: 71978461
Correo electrónico	: danteholguin14@gmail.com
Teléfono/Celular	: 920514648

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis (X)
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico ( )

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EARNED VALUE MANAGEMENT (EVM) EN EL PROYECTO MINERO DE REFORZAMIENTO DE TÚNEL EN LA EMPRESA MINERA JOAQUÍN- AREQUIPA
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra: https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 2.01.01
c) Fecha de publicación: 2024

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : ARQUÍMEDES LEÓN VARGAS LUQUE
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 01309736
c) ORCID : 0000-0001-7619-2844

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 71978461
NOMBRES Y APELLIDOS : DANTE ANTONY HOLGUIN SALAS

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 71978461

NOMBRES Y APELLIDOS : DANTE ANTONY HOLGUIN SALAS

FECHA : 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Yo, **Dante Antony Holguín Salas**, bachiller de la Escuela Profesional de **Ingeniería de Minas** de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado(a) con DNI Nº **71978461**, autor(a) del Trabajo de Tesis denominado:

"APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EARNED VALUE MANAGEMENT (EVM) EN EL PROYECTO MINERO DE REFORZAMIENTO DE TÚNEL EN LA EMPRESA MINERA JOAQUÍN- AREQUIPA"

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
2. El trabajo de investigación no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación constituirán aporte a la realidad investigada.

Soy consciente de que, el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en el trabajo de investigación, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Moquegua, 22 de marzo de 2024

Nombres y Apellidos:
Dante Antony Holguín Salas
DNI: **71978461**



Huella Digital

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Tesis Dante Antony Holguin Salas v4

3% Textos sospechosos

2% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
< 1% entre las fuentes mencionadas
1% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Tesis Dante Antony Holguin Salas v4.pdf
ID del documento: f5d448ff57c2308e44cf262e2c4b1a80045aee39
Tamaño del documento original: 4,13 MB

Depositante: ARQUIMEDES LEON VARGAS LUQUE
Fecha de depósito: 18/3/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 18/3/2024

Número de palabras: 24.244
Número de caracteres: 158.747

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	idoc.pub | Cartuchos De Resina {pon2j13wvy40} https://idoc.pub/documents/cartuchos-de-resina-pon2j13wvy40 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (73 palabras)
2	www.mitma.es https://www.mitma.es/recursos_mfom/0710300.pdf 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (59 palabras)
3	repositorio.ug.edu.ec http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/61760/3/BMAT-GENE 395-2022-Ing. CML - CEVALLOS ... 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
4	tesis.pucp.edu.pe https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/15356/HUAMAN PAJARES_PER...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
5	repositorio.unsch.edu.pe http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4775/1/TESIS M830_Bar.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	**tesis.pucp.edu.pe** | Aplicación de la metodología de gestión de valor ganado en el ... https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15356	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
2	**downloads.hindawi.com** https://downloads.hindawi.com/journals/ace/2019/1267048.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
3	**dspace.tdea.edu.co** | Integración del Project Finance y del valor ganado aplicado a... https://dspace.tdea.edu.co/handle/tda/325	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)
4	**renati.sunedu.gob.pe** | Registro Nacional de Trabajos de Investigación: Controles ... https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3301091?mode=full	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)
5	**repositorio.ug.edu.ec** | Planificación y programación de obra para 3 naves Industri... https://repositorio.ug.edu.ec/items/256a231f-3d9f-4236-9fe0-5a1dde621f11	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1 http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4775
2 https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investig
3 https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1
4 http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/56800
5 https://doi.org/10.17162/rivc.v5i1.1249

DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA Nº 310-2024-UNAM/CO

Moquegua, 06 de mayo de 2024

LA COMISIÓN ORGANIZADORA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

VISTOS:

El Acuerdo de Sesión Ordinaria de Comisión Organizadora de fecha 30 de abril de 2024; PROVEÍDO N° 9111-2024 de fecha 24 de abril de 2024 emitido por la Presidencia de la Comisión Organizadora; INFORME N° 283-2024-UNAM-CO-P/SG de fecha 24 de abril de 2024 emitido por la Secretaría General; CARTA Nº 032-2024-GYT/UNAM-PCAS de fecha 23 de abril de 2024 emitido por el Especialista de Grados y Títulos; Sobre el otorgamiento del Título Profesional de Ingeniero de Minas y demás documentos que escoltan el expediente administrativo, y;

CONSIDERANDO:

Que, la Constitución Política del Perú en su artículo 18º prevé que cada Universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico, y el artículo 8º de la Ley Nº 30220, Ley Universitaria, establece que la referida autonomía inherente a las Universidades, se ejerce de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República e implica las organizaciones de su sistema académico, económico y administrativo, así como la administración de sus bienes y rentas, elaborar su presupuesto y aplicar sus fondos con la responsabilidad que impone la Ley;

Que, de conformidad con la Ley N° 28520 de fecha 23/05/2005, se creó la Universidad Nacional de Moquegua, cuyo artículo 1º dispone: "créase la Universidad Nacional de Moquegua como persona jurídica de derecho público interno, con sede en la ciudad de Moquegua, Provincia de Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua";

Que, el artículo 29° de la Ley Universitaria, Ley N° 30220, establece que, aprobada la ley de creación de una universidad pública, el Ministerio de Educación (MINEDU), constituye una Comisión Organizadora integrada por tres (3) académicos de reconocido prestigio, que cumplan los mismos requisitos para ser Rector (...). Esta Comisión tiene a su cargo la aprobación del estatuto, reglamentos y documentos de gestión académica y administrativa de la universidad, formulados en los instrumentos de planeamiento, así como su conducción y dirección hasta que se constituyan los órganos de gobierno que, de acuerdo a la presente Ley, le correspondan";

Que, mediante Resolución Viceministerial Nº 011-2024-MINEDU de fecha 31/01/2024, se reconformó la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Moquegua, integrada por los académicos: Dr. Jorge Lázaro Franco Medina, como Presidente; Dr. Edwin Molina Porcel, como Vicepresidente Académico y Dr. Avid Roman Gonzalez, como Vicepresidente de Investigación;

Que, el artículo 58° de la Ley Universitaria, Ley Nº 30220, concordado con el artículo 14º del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 578-2021-UNAM, establecen que el **Consejo Universitario es el máximo órgano de gestión, dirección y ejecución académica y administrativa de la universidad.** En el caso de la Universidad Nacional de Moquegua, dada su condición y naturaleza, corresponde ejercer dicha atribución a la Comisión Organizadora quien hace las veces de Consejo Universitario, disposición relacionada con la Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU y sus modificatorias;

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe

Que, el artículo 44° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, señala que las universidades otorgan los grados académicos de Bachiller, Maestro, Doctor y los Títulos Profesionales que correspondan, a nombre de la Nación (...);

Que, el numeral 45.2 del artículo 45° de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, precisa **los requisitos mínimos para la obtención del título profesional, como son: el grado de Bachiller y la aprobación de una tesis** o trabajo de suficiencia profesional. Asimismo, establece que el título profesional solo se puede obtener en la universidad en la cual se haya obtenido el grado de bachiller;

Que, mediante Resolución de Comisión Organizadora N° 1153-2021-UNAM, se aprobó el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, el mismo que fue modificado a través de las Resoluciones de Comisión Organizadora N° 410; 453 y 890-2022 y N° 880-2023-UNAM el cual establece los requisitos y norma los procedimientos para la obtención de los grados académicos y títulos profesionales conferidos por esta Casa Superior de Estudios;

Que, mediante la Carta N° 032-2024-GYT/UNAM-PCAS, el Especialista del Área de Grados y Títulos, remite a Secretaria General, la relación de un (1) bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, quien se encuentran apto para la expedición del Título Profesional de Ingeniero de Minas, al haber cumplido satisfactoriamente con los requisitos legales y reglamentarios[1], exigidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, conforme lo señala la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, razón por la cual la Secretaría General incluye el expediente como punto de agenda para ser tratado en Sesión de Comisión Organizadora de fecha 30 de abril de 2024;

Que, se ha establecido como atribución de la Comision Organizadora de la UNAM, la facultad de conferir los grados académicos y los títulos profesionales (...), por lo que en mérito al pedido del Secretario General y debatido el caso en Sesión Ordinaria de fecha 30 de abril de 2024, se acordó por unanimidad **conferir a nombre de la Nación el Título Profesional de Ingeniero de Minas, por la modalidad de la Sustentación de Tesis, a un (1) Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de Moquegua**;

---

[1] Artículo 122°. - Requisitos para la obtención del Título Profesional
Para obtener el Título Profesional el interesado deberá presentar ante su Escuela Profesional un expediente con la siguiente documentación:

a. Solicitud dirigida al Director de la Escuela Profesional o quien haga sus veces, indicando la fecha y numero de comprobante de pago.
b. Dos (2) fotografías de frente, tamaño pasaporte a color con fondo blanco (con traje formal); para garantizar la seguridad ciudadana.
c. Dos ejemplares de la Tesis, del Trabajo de Suficiencia Profesional o Informe del Examen Profesional en físico, uno para la Biblioteca y otro para la Escuela Profesional, y un CD con la versión digital.
d. Formulario de autorización del graduado para la publicación de la Tesis, Trabajo de Suficiencia Profesional o Informe de Examen Profesional en el repositorio.
e. Declaración Jurada de originalidad de la Tesis, Trabajo de Suficiencia Profesional o Informe de Examen Profesional.

La Escuela Profesional es responsable de completar el expediente del bachiller en un plazo máximo de 3 días hábiles y derivar a la Oficina de Secretaría General, adjuntando los siguientes documentos:

a. Copia del acta de sustentación indicando la modalidad de obtención del título profesional.
b. Constancia de "no adeudo" de Bienes a la Universidad, bienes a los Laboratorios Básicos y de Especialidad, material bibliográfico; dichos documentos deberán ser refrendados por los responsables a cargo.

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe

DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

///... **Resolución de Comision Organizadora N° 310-2024-UNAM/CO**

Estando en uso de las facultades y atribuciones conferidas en el artículo 18° de la Constitución Política del Perú; la Ley N° 30220, Ley Universitaria; el Documento Normativo denominado: "Disposiciones para la Constitución y Funcionamiento de las Comisiones Organizadoras de las Universidades Públicas en proceso de Constitución", aprobado mediante la Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU y sus modificatorias, y en la Resolución Viceministerial N° 011-2024-MINEDU, así como en el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua y demás normas concordantes;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO: CONFERIR, a nombre de la Nación el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS,** por la modalidad de la Sustentación de Tesis, al Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de Moquegua, que se consigna en el listado siguiente:

1. **DANTE ANTONY HOLGUIN SALAS**

TESIS : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EARNED VALUE MANAGEMENT (EVM) EN EL PROYECTO MINERO DE REFORZAMIENTO DE TÚNEL EN LA EMPRESA MINERA JOAQUIN - AREQUIPA", cuyo Asesor fue el Dr. Arquímedes León Vargas Luque.

ARTÍCULO SEGUNDO: AUTORIZAR, a la Secretaría General de la Universidad Nacional de Moquegua, expedir y registrar los Diplomas correspondientes para su otorgamiento.

ARTÍCULO TERCERO: ENCARGAR al Área de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, para que realice las acciones pertinentes conducentes, relacionadas con la inscripción de los grados y títulos en el Registro de Grados y Títulos de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - SUNEDU.

ARTÍCULO CUARTO: NOTIFICAR, la presente Resolución a todas las instancias y dependencias administrativas y académicas de la Universidad Nacional de Moquegua, para su conocimiento, cumplimiento y demás fines pertinentes.

ARTÍCULO QUINTO: ENCARGAR, a la Oficina de Tecnología de la Información, la publicación de la presente Resolución en el portal de transparencia de la Universidad Nacional de Moquegua.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, CÚMPLASE Y ARCHÍVESE.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA - PRESIDENCIA

Dr. JORGE LAZARO FRANCO MEDINA
Presidente de la Comisión Organizadora
Universidad Nacional de Moquegua

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA - SECRETARIA

Mg. KEVIN YUVER CHIHUAN QUISPE
Secretario General
Universidad Nacional de Moquegua

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe