

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



TESIS

“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN PARA MEJORAR
LA EFICIENCIA, EFICACIA Y CALIDAD DE LA PERFORACIÓN
DIAMANTINA DURANTE LA EXPLORACIÓN MINERA”

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS
CON MENCIÓN EN GESTIÓN MINERA

ELABORADO POR:
CARLOS ROMAN MAMANI HUISA

ASESOR:
M.Sc. Ing. JOSÉ ANTONIO CORIMANYA MAURICIO

LIMA – PERÚ
2024

DEDICATORIA

A mi querida esposa Nidia a mis hijos Daniel y Franco por darle sentido a mi vida y enseñanza con el lenguaje del amor. A mí querida madre Basilia, mis hermanas y hermanos que me muestran siempre el camino del esfuerzo y la mejora. A los docentes de la escuela de postgrado quienes me brindaron sus conocimientos para ser cada día mejor persona y profesional.

Por último, a los profesionales y amigos que me brindaron su apoyo para la culminación de mi tesis.

AGRADECIMIENTOS

Estoy muy agradecido con Hubert Gamarra, Gerente de la empresa junior de exploración minera que me brindo el apoyo para el desarrollo de mi tesis.

A Elvis Valencia, asesor de tesis y profesor de la universidad Nacional de Ingeniería -FIGMM-UNI a quien agradezco infinitamente por el tiempo que me brindó para la revisión y discusión de la tesis.

Así mismo el presente trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo de los compañeros de trabajo.

A todos ellos mi gran reconocimiento y gratitud.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPITULO I: GENERALIDADES.....	15
1.1. Antecedentes Bibliográficos	15
1.1.1. Antecedentes nacionales	15
1.1.2. Antecedentes internacionales	16
1.2. Descripción de la Realidad Problemática	17
1.3. Formulación del Problema.....	17
1.3.1. Problema general.....	17
1.3.2. Problema específico	17
1.4. Objetivos de la Investigación.....	18
1.4.1. Objetivo general	18
1.4.2. Objetivo específico.....	18
1.5. Justificación de la Investigación	18
1.6. Planteamiento de la Hipótesis de la Investigación.....	19
1.6.1. Hipótesis general.....	19
1.6.2. Hipótesis específica.....	19

1.7.	Definición de Variables	19
1.7.1.	Variables independientes.....	19
1.7.2.	Indicadores independientes	19
1.7.3.	Variables dependientes.....	20
1.7.4.	Indicadores dependientes	20
1.8.	Operacionalización de las Variables.....	20
CAPITULO II: EL MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL.....		22
2.1.	Marco Teórico.....	22
2.2.	Metodología Kaizen.....	22
2.2.1.	Aplicación de la metodología Kaizen	24
2.3.	Los Métodos y Herramientas Utilizados en la Metodología Kaizen	26
2.3.1.	El ciclo de mejora continua o ciclo de Deming	26
2.3.2.	Método Ishikawa	27
2.3.3.	Diagrama Pareto.....	28
2.3.4.	Método de lluvia de ideas	31
2.4.	Perforación Diamantina	33
2.4.1.	Partes de un equipo de perforación diamantina	34
2.4.2.	Maniobras de perforación diamantina.....	41
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		43
3.1.	Tipo y Nivel de la Investigación.....	43
3.2.	Método y Diseño de la Investigación	43
3.2.1.	Método de la investigación	43

3.2.2. Diseño de la investigación	44
3.3. Universo, Población y Muestra.....	44
3.4. Técnicas de Recolección de Datos.....	44
3.5. Instrumentos de Recolección de datos.....	45
3.6. Fuentes de Recolección de Datos	45
3.7. Desarrollo del Trabajo de Tesis	45
3.8. Situación inicial de la perforación diamantina.....	46
3.9. Implementación de la metodología Kaizen.....	47
3.9.1. Definición del problema.....	48
3.9.2. Análisis de las posibles causas	51
3.9.3. Análisis de la causa raíz	56
3.9.4. Vinculación de la causa raíz con las acciones correctivas y preventivas.....	63
3.9.5. Aplicación de las acciones implementadas	63
3.9.6. Verificación de las acciones implementadas.....	68
3.9.7. Estandarización de las soluciones	72
CAPITULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	73
4.1. Resultados de la Investigación.....	73
4.1.1. Eficiencia de la perforación diamantina.....	73
4.1.2. Eficacia de la perforación diamantina.....	74
4.1.3. Calidad de la perforación diamantina	75
4.2. Discusión de los resultados de la Investigación.....	77
4.3. Contrastación de hipótesis	78

4.3.1. Contraste de hipótesis de la eficiencia	79
4.3.2. Contraste de hipótesis de la eficacia	81
4.3.3. Contraste de hipótesis de la calidad	83
CONCLUSIONES.....	85
RECOMENDACIONES	86
BIBLIOGRAFIA.....	87
ANEXOS.....	91
Anexo N° 1. Matriz de consistencia	92
Anexo N° 2. Formato de reporte de perforación diamantina	93
Anexo N° 3. Valorización del sondaje DDH-001	94
Anexo N° 4. Valorización del sondaje DDH-002	95
Anexo N° 5. Valorización del sondaje DDH-003	96
Anexo N° 6. Valorización del sondaje DDH-004	97
Anexo N° 7. Valorización del sondaje DDH-005	98
Anexo N° 8. Valorización del sondaje DDH-006	99
Anexo N° 9. Base de datos de eficacia de los sondajes DDH-001 y DDH-002.....	100
Anexo N° 10. Base de datos de eficacia de los sondajes DDH-002 y DDH-003.....	101
Anexo N° 11. Base de datos de eficacia de los sondajes DDH-004 y DDH-005.....	102
Anexo N° 12. Base de datos de eficacia de los sondajes DDH-005 y DDH-006.....	103
Anexo N° 13. Base de datos de eficacia del sondaje DDH-006.....	104
Anexo N° 14. Base de datos de calidad de los sondajes DDH-001 y DDH-002	105
Anexo N° 15. Base de datos de calidad de los sondajes DDH-002 y DDH-003	106
Anexo N° 16. Base de datos de calidad de los sondajes DDH-004 y DDH-005	107
Anexo N° 17. Base de datos de calidad de los sondajes DDH-005 y DDH-006	108
Anexo N° 18. Base de datos de calidad del sondaje DDH-006.....	109
Anexo N° 19. Especificaciones técnicas del equipo de perforación diamantina.....	110
Anexo N° 20 Otros.....	116
Anexo N° 21 Curriculum Vitae.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Operacionalización de las Variables	21
Tabla 2.1 Equipamiento de la plataforma de perforación diamantina.....	36
Tabla 3.1 Eficiencia de la perforación diamantina Pre Kaizen	49
Tabla 3.2 Eficacia de la perforación diamantina Pre Kaizen	50
Tabla 3.3 Calidad de la perforación diamantina Pre Kaizen	51
Tabla 3.4 Causa raíz para la baja eficiencia de la perforación diamantina	57
Tabla 3.5 Causa raíz para la baja eficacia de la perforación diamantina.....	59
Tabla 3.6 Causa raíz para la baja calidad de la perforación diamantina	61
Tabla 3.7 Implementación de acciones correctivas y preventivas.....	63
Tabla 3.8 Plan de acciones implementadas para la baja eficiencia de la perforación diamantina	65
Tabla 3.9 Plan de acciones implementadas para la baja eficacia de la perforación diamantina	66
Tabla 3.10 Plan de acciones implementadas para la baja calidad de la perforación diamantina	67
Tabla 3.11 Seguimiento del plan de acciones para la baja eficiencia de la perforación diamantina	69
Tabla 3.12 Seguimiento del plan de acciones para la baja eficacia de la perforación diamantina	70
Tabla 3.13 Seguimiento del plan de acciones para la baja calidad de la perforación diamantina	71
Tabla 4.1 Evolución de la eficiencia de la perforación diamantina.....	73
Tabla 4.2 Evolución de la eficacia de la perforación diamantina.....	75
Tabla 4.3 Evolución de la calidad de la perforación diamantina.....	76

Tabla 4.4 Análisis estadístico para la eficiencia de la perforación diamantina.....	79
Tabla 4.5 Análisis estadístico para la eficacia de la perforación diamantina	81
Tabla 4.6 Análisis estadístico para la calidad de la perforación diamantina.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Etapas de la aplicación de la metodología Kaizen	26
Figura 2.2 Diagrama de Ishikawa o diagrama causa-efecto	27
Figura 2.3 Flujo del diagrama de Ishikawa	28
Figura 2.4 Diagrama Pareto.....	29
Figura 2.5 Flujo de la metodología del diagrama Pareto.....	31
Figura 2.6 Flujo del proceso de lluvia de ideas	32
Figura 2.7 Plataformas de perforación diamantina.....	34
Figura 2.8 Partes del equipo y la plataforma de perforación diamantina	35
Figura 2.9 Plataforma y tubos de perforación diamantina.....	37
Figura 2.10 Sección de una broca y barras de perforación diamantina.....	39
Figura 2.11 Rotulado de las cajas con testigos de perforación diamantina.....	40
Figura 3.1 Organigrama para la implementación de la metodología Kaizen	47
Figura 3.2 Eficiencia de los sondajes de perforación diamantina Pre Kaizen.....	49
Figura 3.3 Eficacia de los sondajes de perforación diamantina Pre Kaizen.....	50
Figura 3.4 Calidad de la perforación de los sondajes diamantinos Pre Kaizen.....	51
Figura 3.5 Análisis causa-efecto de la baja eficiencia de la perforación diamantina	53
Figura 3.6 Análisis causa-efecto de la baja eficacia de la perforación diamantina	54
Figura 3.7 Análisis causa-efecto de la baja calidad de la perforación diamantina	55
Figura 3.8 Análisis de la causa raíz de la baja eficiencia de la perforación diamantina	58
Figura 3.9 Análisis causa raíz de la baja eficacia de la perforación diamantina	60
Figura 3.10 Análisis de causa raíz de la baja calidad de la perforación diamantina	62
Figura 4.1 Evolución de la eficiencia de la perforación diamantina	74
Figura 4.2 Evolución de la eficacia de la perforación diamantina	75
Figura 4.3 Evolución de la calidad de la perforación diamantina	76

Figura 4.4 Prueba de hipótesis para la eficiencia de la perforación diamantina	80
Figura 4.5 Prueba de hipótesis para la eficacia de la perforación diamantina.....	82
Figura 4.6 Prueba de hipótesis para la calidad de la perforación diamantina	84

RESUMEN

La técnica de perforación diamantina utilizada durante la exploración minera enfrenta desafíos que incluyen costos elevados, tiempos perdidos y baja calidad de la recuperación de los testigos de perforación diamantina. La implementación de la metodología Kaizen busca abordar estos desafíos de eficiencia, eficacia y calidad con la participación de los colaboradores y la conformación del equipo Kaizen.

La implementación de la metodología Kaizen inicia con la definición del problema, para luego analizar la causa raíz, posteriormente se hace la vinculación de la causa raíz y las acciones correctivas y preventivas, seguidamente se verifica el cumplimiento de las acciones, para finalmente estandarizar las soluciones viables.

Los hallazgos respaldan la relación entre la eficiencia y la implementación de la metodología Kaizen, inicialmente se tuvo una eficiencia de 169 US\$/m y después de la implementación de la metodología Kaizen la eficiencia es de 145 US\$/m, logrando una disminución significativa en los costos de perforación.

Según los resultados obtenidos de la eficacia con la implementación de la metodología Kaizen, que inicialmente fue de 24 m/día y después de la implementación de la metodología Kaizen es de 25 m/día, demuestra que la Metodología Kaizen influye levemente a la eficacia expresada en longitud de perforación por día.

El impacto en la calidad de la perforación diamantina refleja la vinculación con la implementación de la metodología Kaizen, inicialmente la calidad fue de 91% y posterior a la implementación de la metodología Kaizen es de 97%, obteniendo un incremento de la recuperación de los testigos de perforación diamantina.

Palabras clave: Eficiencia, eficacia, calidad y Kaizen

ABSTRACT

The diamond drilling technique used during mining exploration faces challenges including high costs, lost time, and low quality core recovery. This study investigates how the implementation of the Kaizen methodology addresses these three challenges, involving collaborators and forming Kaizen teams.

The implementation of the Kaizen methodology begins with the definition of the problem, then the root cause is analyzed, then the root cause is linked to the corrective and preventive actions, then the compliance of the actions is verified, and finally the viable solutions are standardized.

The findings support the relationship between efficiency and the implementation of the Kaizen methodology. Initially, there was an efficiency of 169.2 US\$/m and after the implementation of the Kaizen methodology, the efficiency is 145.5 US\$/m, achieving a significant decrease in drilling costs.

According to the results obtained from the efficiency with the implementation of the Kaizen methodology, which was initially 23.9 m/day and after the implementation of the Kaizen methodology it is 24.8 m/day, it shows that the Kaizen Methodology slightly influences the efficiency expressed in drilling length per day.

The impact on the quality of diamond drilling reflects the link with the implementation of the Kaizen methodology. Initially, the quality was 91% and after the implementation of the Kaizen methodology it was 97%, obtaining an increase in the recovery of diamond drilling cores.

Keywords: Efficiency, Effectiveness, quality, and Kaizen

INTRODUCCIÓN

El rubro minero en el mundo es cíclico influenciado por la variación del precio de los metales, esta situación afecta a los proyectos de exploración minera. En el Perú la cartera de exploración minera reportada a marzo del 2023 es de 74 proyectos con una inversión total de US\$ 596 millones. En el 2022 la inversión en exploración minera ascendió a US\$ 428 millones y en el 2021 se registró una inversión de US\$ 336 millones según el ministerio de energía y minas.

Desde la exploración minera se requiere una gestión eficiente, eficaz y de calidad de la perforación diamantina. Los desafíos actuales en la etapa de perforación diamantina están en los costos elevados, tiempos perdidos y baja calidad de la recuperación del testigo de perforación diamantina. La implementación de la metodología Kaizen busca abordar estos desafíos con la participación de los colaboradores.

El capítulo I, muestra los antecedentes nacionales y extranjeros, la descripción de la realidad problemática, los objetivos, la justificación de la investigación, la hipótesis de la investigación, las variables y sus indicadores.

El capítulo II, registra el marco teórico de la metodología Kaizen y la perforación diamantina.

El capítulo III, indica el tipo y nivel de investigación, método y diseño de investigación, diseño de investigación, Universo, población y muestra; técnicas de recolección de datos, situación inicial de la perforación diamantina, implementación de la metodología Kaizen.

El capítulo IV, despliega los resultados y discusión de la investigación, contraste de hipótesis.

Finalmente, las conclusiones y recomendaciones de la tesis.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Antecedentes Bibliográficos

1.1.1. Antecedentes nacionales

- Becerra (2021) presenta la tesis titulada “Gestión de la perforación diamantina a través de metodologías ágiles (Scrum-Kanban)”. El autor busca demostrar los beneficios de la aplicación de metodologías de gestión ágiles a proyectos de perforación diamantina mediante análisis cualitativo de los costos fijos y variables que impactan en el costo final del precio de la perforación diamantina (US\$/m). La gestión ágil optimiza la toma de decisiones en periodos cortos que afectan una parte del proceso, es una herramienta más fácil de aplicar y de dirigir en equipos pequeños de personas, fomenta el aprendizaje y la retroalimentación. Así mismo consideran que el modelo Scrum es fundamental en la innovación, la competitividad, la flexibilidad y la productividad.
- Chagua y Rodríguez (2021) publican la tesis titulada “Implementación de la metodología Kaizen en el proceso de montaje de estructuras de la planta fotovoltaica Cauchari durante el año 2020”. Los autores intentan mejorar la calidad de los materiales, gestionar mejor a los proveedores, optimizar la logística en la construcción de la planta. El trabajo realizado ha evidenciado que los proveedores no cumplen con los estándares requeridos para la construcción de la planta y por las normas establecidas del país de origen. Las no conformidades en

el proceso hacen que la planta pierda tiempo y dinero en la construcción. El objetivo final es mejorar el rendimiento del área de producción, para cual, identifican el flujo del proceso, que consiste en controles de calidad que se tiene que establecer para administrar los materiales provenientes de diferentes partes del mundo. La finalidad es cumplir con las programaciones diarias y semanales que establece el cronograma de obra.

- Medina (2018) presenta la tesis titulada “Metodología Kaizen para mejorar la productividad de los procesos en una fundidora de aluminio”. El autor tiene el propósito de incrementar la productividad. El estudio sigue un enfoque científico y se clasifica como una investigación aplicada de nivel explicativo, utilizando un diseño experimental de tipo cuasi experimental. La población está compuesta por la producción de plaquetas. La aplicación de la metodología Kaizen en la empresa Metal Dual S.A.C. ha resultado en mejoras significativas en la productividad, eficiencia y eficacia en el área de producción.

1.1.2. Antecedentes internacionales

- Henao y Gelves (2019) publicaron una tesis titulada “Aplicación de la metodología Kaizen en las operaciones en la mina de la Empresa de explotación de cobre Miner S.A.”. El trabajo presenta una propuesta de mejora continua en una mina de cobre utilizando la metodología Kaizen, donde se conforma equipos de trabajo organizados en grupos de cinco integrantes, así mismo se utiliza un cronograma de actividades y la herramienta diagrama de Ishikawa para identificar las causas de los problemas considerando que la colaboración entre el personal administrativo y operativo es fundamental. Los indicadores clave de desempeño buscan definir un estado que se desea alcanzar como la eficiencia de perforación y voladura, consumo energético por hora en el área de operaciones de la mina. El

enfoque es mejorar constantemente los procesos mineros para aumentar la eficiencia y rentabilidad.

1.2. Descripción de la Realidad Problemática

El rubro minero en el mundo es cíclico influenciado por la variación del precio de los metales, esta situación afecta a los proyectos de exploración minera. En el Perú la cartera de exploración minera reportada a marzo del 2023 es de 74 proyectos con una inversión total de US\$ 596 millones. En el 2022 la inversión en exploración minera ascendió a US\$ 428 millones y en el 2021 se registró una inversión de US\$ 336 millones según el ministerio de energía y minas (MINEN, 2023).

Perú cuenta con servicios especializados de empresas que ofrecen servicios de perforación diamantina. Desde la exploración minera se requiere una gestión eficiente, eficaz y de calidad de la perforación diamantina para determinar la forma, el volumen, el tonelaje y el contenido de elementos de interés económico como el cobre, el oro, la plata, etc. Los desafíos actuales en la etapa de perforación diamantina están en los costos elevados, tiempos perdidos e impactos negativos en la calidad del testigo de perforación diamantina. La implementación de la metodología Kaizen busca abordar estos desafíos con la participación de los colaboradores en un enfoque operativo diario.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo influye la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la eficiencia, eficacia y calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera?

1.3.2. Problema específico

- ¿Cómo influye la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la eficiencia de la perforación diamantina durante la exploración minera?

- ¿Cómo influye la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la eficacia de la perforación diamantina durante la exploración minera?
- ¿Cómo influye la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera?

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia por la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la eficiencia, eficacia y calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera

1.4.2. Objetivo específico

- Determinar la influencia por la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la eficiencia de la perforación diamantina durante la exploración minera.
- Determinar la influencia por la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la eficacia de la perforación diamantina durante la exploración minera.
- Determinar la influencia por la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera.

1.5. Justificación de la Investigación

La implementación de la metodología Kaizen en la perforación diamantina es importante debido a que esta metodología de mejora continua fomenta la participación de los colaboradores, promueve un ambiente de trabajo colaborativo y de aprendizaje constante, lo que es especialmente relevante en la etapa de perforación diamantina. La implementación de la metodología Kaizen puede resultar en beneficios significativos tanto en términos de eficiencia, eficacia y calidad.

1.6. Planteamiento de la Hipótesis de la Investigación

1.6.1. Hipótesis general

Mediante la implementación de la metodología Kaizen, se podrá mejorar la eficiencia, eficacia y calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera.

1.6.2. Hipótesis específica

- Mediante la implementación de la metodología Kaizen, se podrá mejorar la eficiencia de la perforación diamantina durante la exploración minera.
- Mediante la implementación de la metodología Kaizen, se podrá mejorar la eficacia de la perforación diamantina durante la exploración minera.
- Mediante la implementación de la metodología Kaizen, se podrá mejorar la calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera.

1.7. Definición de Variables

1.7.1. Variables independientes

X= Kaizen

X1 = Planificar

X2 = Hacer

X3 = Verificar

X4 = Actualizar

1.7.2. Indicadores independientes

X1 = Desviación de tiempos

X2 = Mejora de procesos

X3 = Cumplimientos

X4 = Acciones correctivas

1.7.3. Variables dependientes

Y= Implementación de la metodología Kaizen para mejorar la eficiencia, eficacia y calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera.

Y1= Costo

Y2= Tiempo

Y3= Calidad

1.7.4. Indicadores dependientes

Y1= Eficiencia de la perforación diamantina = $\frac{\text{Costo de perforación (US\$)}}{\text{Longitud de perforación (m)}}$

Y2= Eficacia de la perforación diamantina = $\frac{\text{Longitud de perforación (m)}}{\text{día}}$

Y3= Calidad de la perforación diamantina = $\frac{\text{Longitud recuperada (m)}}{\text{Longitud perforada (m)}} \times 100$

1.8. Operacionalización de las Variables

Los indicadores clave del desempeño hace referencia a las mediciones de la perforación diamantina para tomar decisiones y definir acciones efectivas para cumplir con los objetivos.

- Eficiencia de la perforación diamantina (US\$/m)
- Eficacia de la perforación diamantina (m/día)
- Calidad de la perforación diamantina (%)

Tabla 1.1 Operacionalización de las Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Costo	El costo hace referencia a los desembolsos incurridos con motivo de la actividad de una empresa o el desarrollo de un proyecto para obtener o producir algo	ISO 9000:2015 Relación entre el resultado Alcanzado y los recursos utilizados	Eficiencia de la perforación diamantina	$\frac{\text{Costo de perforación (US\$)}}{\text{Longitud de perforación (m)}}$	Razón
Tiempo	La gestión del tiempo de trabajo es la planificación y utilización del tiempo durante la ejecución de los procesos productivos	ISO 9000:2015 Grado en el que se realiza las actividades planificadas y se logran los resultados planificados	Eficacia de la perforación diamantina	$\frac{\text{Longitud de perforación (m)}}{\text{día}}$	Razón
Calidad	Calidad es un conjunto de características de un producto que satisfacen las necesidades de los clientes	ISO 9000:2015 Grado en el que un conjunto de características inherentes a un objeto cumple con los requerimientos	Calidad de la perforación diamantina	$\frac{\text{Longitud recuperada (m)}}{\text{Longitud perforada (m)}} \times 100$	Porcentaje

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO II

EL MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL

2.1. Marco Teórico

La exploración minera contempla la técnica de perforación diamantina para la extracción de rocas del subsuelo y se busca aplicar la metodología Kaizen con los colaboradores, a su vez, el Kaizen como proceso busca reconocer los problemas, proporcionar pistas para identificar esos problemas y permite definir las necesidades de mejora en la perforación diamantina durante la exploración minera.

2.2. Metodología Kaizen

El concepto de Kaizen significa “mejora continua” y tiene sus raíces en Japón después de la segunda guerra mundial y comenzó en la década de 1950 en Japón, especialmente en el ámbito empresarial y se popularizó en la década de 1960 particularmente a través del movimiento de gestión de la calidad total en Japón (Imai, 1989).

A partir de entonces, la filosofía Kaizen se ha extendido a nivel mundial y se aplica en una variedad de industrias y contextos. Kaizen es un método de mejora continua en lo personal y profesional. Se caracteriza por pequeñas mejoras, trabajo en equipo, pensamiento orientado a procesos, causa-raíz de los problemas, los cambios son mínimos, continuos y no requieren de grandes inversiones.

De acuerdo a Imai (1989) el Kaizen tiene tres enfoques, el primero el enfoque estratégico de la gerencia (Leaders kaizen), el segundo enfoque táctico de jefaturas (Breakthrough Kaizen) el tercer enfoque operativo (Daily Kaizen).

Para Maarof y Mahmud (2016) consideran que la comunicación entre la alta gerencia y sus colaboradores, una estrategia clara, la necesidad de un personal que pueda defender la implementación del Kaizen, tener un buen conocimiento y brindar a los colaboradores un cierto nivel de empoderamiento son importantes para garantizar una implementación exitosa de la metodología Kaizen.

Prayuda (2020) La aplicación de las actividades Kaizen fomenta las aspiraciones de los colaboradores de mejorar su rendimiento y su contribución a la mejora de la empresa y la adaptación cultural se produce cuando las contribuciones de los colaboradores comienzan a formar una cultura de trabajo de Kaizen y se adaptan mejor a las reformas que se producen en la empresa.

Jones, Gold y Claxton (2021) destacan que es clave fomentar el empoderamiento a los colaboradores en lugar que se conviertan en participantes pasivos, sin embargo, a medida que el proyecto mejora, el empoderamiento parece disolverse y ser reemplazado por una práctica participativa.

De acuerdo a los autores Sundararajan y Terkar (2022) la implementación de la metodología Kaizen y todas las prácticas sugeridas se basan en beneficios de la planificación a largo plazo con cambios relativamente grandes para conducir a resultados de alta calidad y sostenidos en el tiempo

Androniceanu, Enache, Valter y Raduica (2023) argumentan que el Kaizen es un enfoque centrado en los procesos hacia las personas y el medio ambiente y se ha desarrollado en el tiempo como una opción estratégica gerencial, a través de pequeños pasos y sin altos costos adicionales.

Cada uno de los diferentes autores tiene un enfoque de acuerdo al contexto de la aplicación de la metodología Kaizen y se pone en relevancia que las personas o colaboradores de las empresas necesitan otorgarles un grado de empoderamiento, a través de pequeños pasos para adaptarse a las reformas que se producen en la empresa dentro de un contexto de estrategia gerencial a largo plazo.

2.2.1. Aplicación de la metodología Kaizen

El método Kaizen tiene varias fases de implementación y es un ciclo que se repite continuamente cuando el ciclo acaba. La duración es de varios días a meses de trabajo y depende de la complejidad de las mejoras buscadas. Las principales etapas de la aplicación de la metodología Kaizen son:

- **Definición del problema:** En esta primera etapa se realiza un análisis preliminar de la situación con el objeto de poner en relieve los problemas o aspectos mejorables concentrándonos en la eficiencia, eficacia y calidad de la perforación diamantina.
- **Análisis de posibles causas:** En esta segunda etapa es pertinente utilizar el diagrama de Ishikawa o diagrama de causa-efecto presentando gráficamente las causas del origen del problema en seis ramas o categorías principales. Se considera maquinaria, método, mano de obra, medición, materia prima y medio ambiente.
- **Análisis de causa raíz:** En esta tercera etapa es necesario la frecuencia y el impacto de las posibles causas, para definir la criticidad y presentarlo gráficamente en un diagrama Pareto.
- **Vinculación de la causa raíz con las acciones correctivas y preventivas:** Para la cuarta etapa es importante impactar positivamente con las acciones y sus respectivas actividades asignadas a los responsables de cada área.

- **Aplicación de las acciones implementadas:** La quinta etapa se basa en concretizar el proyecto Kaizen. Los equipos aportan directamente los cambios necesarios para las mejoras esperadas en los procedimientos
- **Verificación de las acciones implementadas:** La sexta etapa permite medir la evolución y el impacto de los cambios para eventualmente volver a clasificarlos. Para la retroalimentación (Feedback) el equipo se reúne y hace un balance global a partir de los resultados observados. Es importante designar y felicitar a los colaboradores que hayan aportado las mejores contribuciones. El encargado del buen funcionamiento del proyecto debe acompañar a los colaboradores y comunicarse con ellos para que estos puedan disponer de todos los elementos para que la implementación tenga éxito.
- **Estandarización de las soluciones:** Finalmente la séptima etapa permite concretizar la implementación de la metodología Kaizen. Se definen los estándares de aquellas acciones que tuvieron éxito en la implementación de la mejora y se busca su continuidad en el tiempo. Esta etapa se refiere al proceso de documentar y formalizar las mejoras realizadas como resultado de las actividades de mejora continua. Cuando se implementa un cambio exitoso es importante establecer un procedimiento para asegurar que la mejora se mantenga y se reproduzca de manera consistente en el futuro.

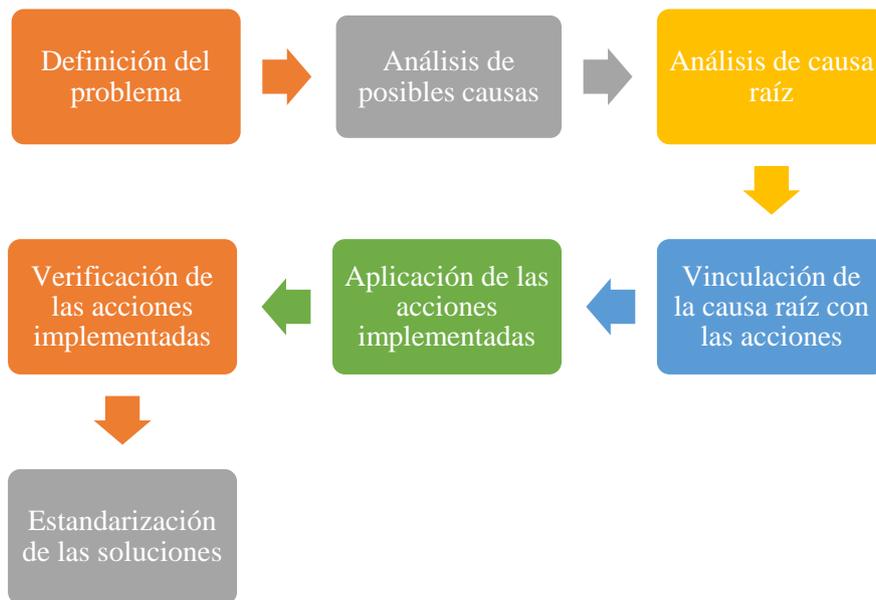


Figura 2.1 Etapas de la aplicación de la metodología Kaizen
Fuente: Imai, 1989.

2.3. Los Métodos y Herramientas Utilizados en la Metodología Kaizen

2.3.1. El ciclo de mejora continua o ciclo de Deming

El PDCA (Plan, Do, Check, Act) es un método de la mejora de calidad creado por Sherwart y dado a conocer por Deming a la alta dirección japonesa en la década de 1950.

Las principales actividades de mejora en cada ciclo son:

- **Planificar:** Designar y capacitar a los colaboradores de la empresa, revisar los procesos y medir los resultados, determinar las necesidades, relacionar el desempeño de los procesos y las necesidades, determinar las oportunidades de mejora y establecer las metas.
- **Hacer:** Proponer el plan de mejora, recopilar los datos apropiados
- **Verificar:** Medir y analizar los datos obtenidos luego de implementar los cambios, comprender si nos estamos acercando a la meta establecida. Y revisar y resolver los asuntos pendientes.

- **Actuar:** Incorporar formalmente la mejora del proceso, estandarizar, comunicar la mejora a todos los integrantes de la empresa y estar atentos a las nuevas oportunidades de mejora.

2.3.2. Método Ishikawa

El método Ishikawa es una herramienta de planificación de empresas que tiene como objetivo analizar gráficamente y de forma estructurada los vínculos de causa-efecto de un problema concreto. Su estructura es semejante a la espina de un pescado con el problema en el extremo de la cabeza y las posibles causas ramificadas.

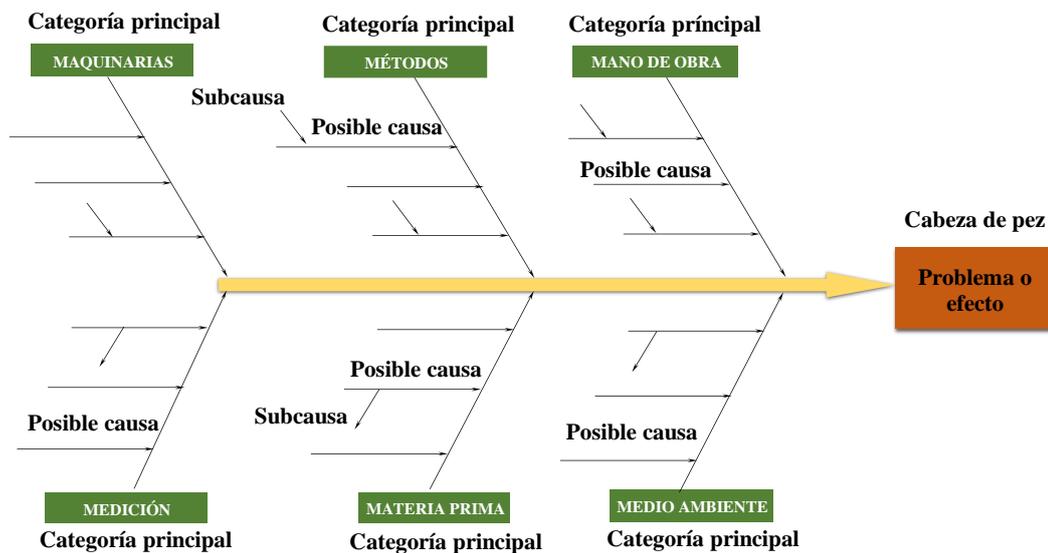


Figura 2.2 Diagrama de Ishikawa o diagrama causa-efecto
Fuente: Ishikawa, 1985.

Los elementos del diagrama de Ishikawa son tres, Primero la cabeza de pez donde se describe el problema que se está analizando, segundo las espinas o categorías principales que son líneas que se extienden desde el eje hacia la izquierda y representan las categorías principales, estas categorías se conoce como las 6M y finalmente el tercer elemento son las posibles causas y sub causas que se identifican dentro de cada espina contribuyendo al problema central.

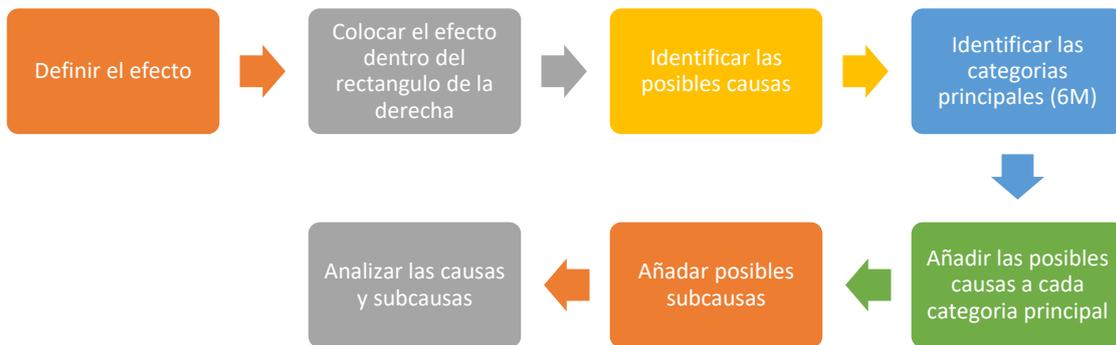


Figura 2.3 Flujo del diagrama de Ishikawa
Fuente: Ishikawa, 1985.

2.3.3. Diagrama Pareto

El diagrama Pareto es una herramienta de análisis que se utiliza para identificar y priorizar las causas principales que contribuyen a un determinado problema. Este diagrama se basa en el principio de la regla del 80/20 que sugiere que aproximadamente el 80% de los efectos provienen del 20 % de las causas. El diagrama Pareto lleva el nombre del Vilfredo Pareto, un economista italiano que observó por primera vez esta distribución desigual durante el siglo XIX.

De acuerdo a los autores Craft y Leake (2002) destacan que el diagrama Pareto es un principio de gestión aceptado que pone énfasis en unos pocos aspectos vitales a expensas de muchos aspectos triviales y simplifica el proceso de decisión.

Para Wilkinson (2006) el diagrama Pareto es un gráfico de barras de frecuencias ordenadas por frecuencia y se utiliza ampliamente en entornos de control de calidad para identificar factores críticos que conducen a defectos en un proceso.

Grosfel-Nir, Ronen y Kozlovsky (2007) argumentan que el diagrama Pareto es útil, por que proporciona un resumen de información practica que revela atributos críticos que necesitan atención convirtiéndolo en una herramienta poderosa para el análisis de datos. Mas recientemente Abyad (2020) enfatiza que el principio Pareto permite dedicar

más tiempo a los trabajos donde pueden mejorar significativamente y así trabajar más duro en elementos que sean más útiles para la empresa y así obtener los resultados deseados.

Cada autor aporta una visión única del diagrama Pareto y su utilidad en diferentes contextos desde la gestión de calidad y control de calidad hasta la mejora continua en procesos empresariales. Considerando que el diagrama Pareto permite visualizar de manera objetiva los puntos críticos, lo que facilita la identificación de las prioritarias de tal manera que se trabaja en esos puntos críticos o causa raíz.

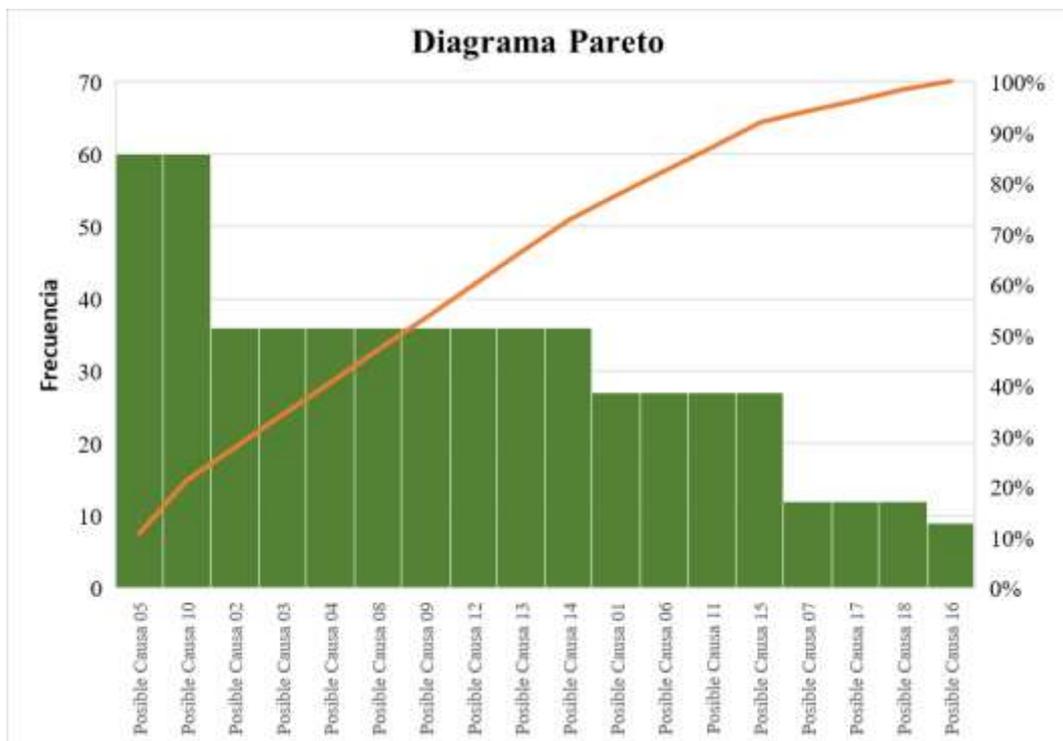


Figura 2.4 Diagrama Pareto

Fuente: Pareto, 1896.

La elaboración del diagrama Pareto tiene los siguientes pasos:

- **Recopilación de datos:** Identifica y recopila datos relevantes sobre las causas que deseas analizar.

- **Clasificación de datos:** Clasifica los datos en categorías o grupos según su naturaleza.
- **Cálculo de frecuencias o valores acumulados:** Determina la frecuencia de ocurrencia o el valor asociado a cada categoría. Esto puede hacerse contando el número de veces que ocurre cada tipo de causa.
- **Ordenamiento en orden descendente:** Ordena las categorías en orden descendente según su frecuencia de ocurrencia.
- **Creación de grafica de barras:** Genera un gráfico de barras donde cada barra representa una categoría y su altura sea proporcional a la frecuencia de ocurrencia. Las categorías se colocan en el eje horizontal (X) y las frecuencias en el eje vertical (Y).
- **Añadir línea de Pareto:** Añadir una línea de muestra la suma acumulada de las frecuencias. Esto se puede hacer trazando una línea desde el extremo izquierdo de la primera barra hasta la suma acumulativa de la segunda barra y así sucesivamente.



Figura 2.5 Flujo de la metodología del diagrama Pareto
Fuente: Pareto, 1896.

2.3.4. Método de lluvia de ideas

Este método se utilizaba para generar ideas de manera rápida y creativa en un ambiente de trabajo con un grupo de colaboradores, fue desarrollado por Alex Osborn en 1953 y desde entonces ha sido ampliamente utilizado en diversos contextos del ámbito empresarial, académico y creativo, etc. El método de lluvia de ideas es una herramienta efectiva para estimular la creatividad y generar muchas ideas en un corto periodo de tiempo. Al permitir la participación de múltiples colaboradores se puede producir resultados innovadores y soluciones a problemas que se presentan en la empresa.

El proceso de lluvia de ideas tiene los siguientes pasos:

- **Preparación:** Seleccionar un grupo de colaboradores con diversas experiencias relevantes para el tema en cuestión. Es bueno Establecer un ambiente propicio para la creatividad, como una sala con suficiente espacio y sin distracciones.

- **Definición del problema:** Presentar claramente el problema o efecto sobre el cual se va a generar ideas de solución. Es importante que todos los colaboradores tengan una comprensión clara del objetivo de la sesión de lluvia de ideas.
- **Generar ideas:** Invitar a los participantes a construir con ideas relacionadas con el problema, sin censura ni crítica. Se alienta a los colaboradores a ser creativos, a pensar fuera de lo común y a construir sobre las ideas de los demás.
- **Registro de ideas:** Todas las ideas se registran en una pizarra, en papeles o digitalizando en la computadora. Es útil asignar a un colaborador la tarea de registrar las ideas para que los demás participantes puedan concentrarse en generar más ideas.
- **Discusión y ajustes:** Una vez que se han generado suficientes ideas, se puede discutir y evaluar en función a su viabilidad y relevancia para el problema. Las ideas pueden combinarse y ampliarse o ajustar de acuerdo a los objetivos de la empresa.
- **Selección de las mejores ideas:** Después de la discusión, se pueden seleccionar las mejores ideas para su posterior desarrollo o implementación.

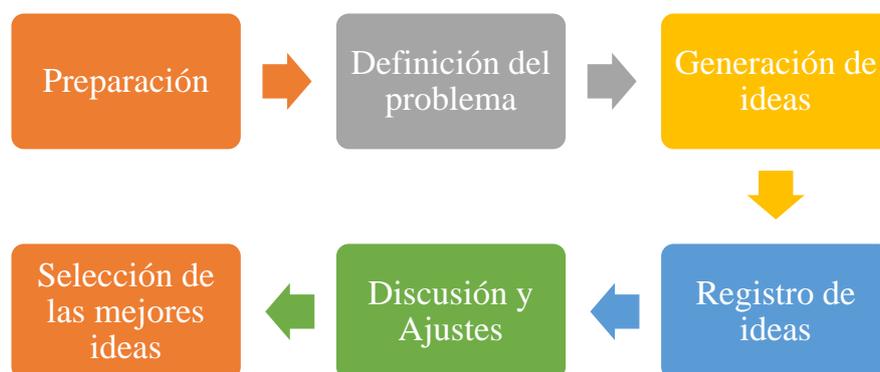


Figura 2.6 Flujo del proceso de lluvia de ideas
Fuente: Osborn, 1953.

2.4. Perforación Diamantina

La perforación con extracción de testigos es un método de perforación rotatorio que se utiliza para extraer muestras de núcleos de rocas y suelos. De acuerdo a Marjoribanks (2010) la perforación es uno de los procedimientos de exploración mineral más importantes y permite localizar y definir la mineralización y proporciona el testigo de perforación diamantina para definir las ideas, teorías y predicciones que se generaron en las fases anteriores, así mismo, proporciona la muestra principal para la geología, geoquímica y cálculo de recursos mineros.

Según Haldar (2013) la unidad de perforación diamantina consiste de un camión montado con un motor conectado (unidad motriz) a un cabezal de perforación o columna de perforación con unidades de elevación, broca de corte con corona y escariador, bomba de agua, barras de perforación, barril central, levantador de núcleos, tubería de revestimiento, herramientas de corte y trípode o soporte único.

El avance de la perforación depende de varios factores, como la profundidad del pozo, las propiedades del lodo, el peso de la tubería, la velocidad de rotación de la sarta de perforación, el tipo de broca, el desgaste de la broca, limpieza del lodo, pérdida del fluido, etc. Estos factores influyen de manera diferente en la velocidad de penetración (Becerra, 2021).



Figura 2.7 Plataformas de perforación diamantina

Fuente: Elaboración Propia

2.4.1. Partes de un equipo de perforación diamantina

- **Unidad Motriz:** Es un motor enfriado por agua y por aire. Las tres principales bombas que impulsan el sistema hidráulico están directamente acopladas al volante. Un generador de 12 voltios es usado para potenciar las partes eléctricas de la máquina.
- **Mástil:** Sirve para dar inclinación al sondaje, soporte de la unidad de rotación y la tubería de perforación. Debe estar diseñada para resistir las flexiones debidas al peso, el esfuerzo de empuje y las tensiones originadas por la rotación.
- **Tambor de winche:** Dispositivo hidráulico o eléctrico, es un cilindro giratorio, en donde se enrolla un cable, el cual pasa por la parte superior del mástil y sirve para subir y bajar las barras de perforación.
- **Línea de cable (Wire line).** Es una línea de cable delgado cuyo extremo va conectado al pescador. Una vez accionado el motor, el pescador con la ayuda del wire line sube y baja el tubo interior que contiene la muestra.

- **Bomba de lodos:** La función principal de la bomba de lodos es hacer circular los lodos de perforación desde las tinas hasta el fondo del pozo, la característica principal es brindar un flujo de líquido parejo constante con un mínimo de fluctuación. Tiene la misión de inyectar el lodo de perforación por el interior de las tuberías y la corona diamantada para lubricar, refrigerar, extraer los detritus y acondicionar el pozo, manteniendo el flujo constante del lodo en el pozo.
- **Aditivos de perforación:** Son todos los artículos, aditivos y acondicionadores utilizados en las perforaciones, tales como grasa, bentonita, polímeros, etc.

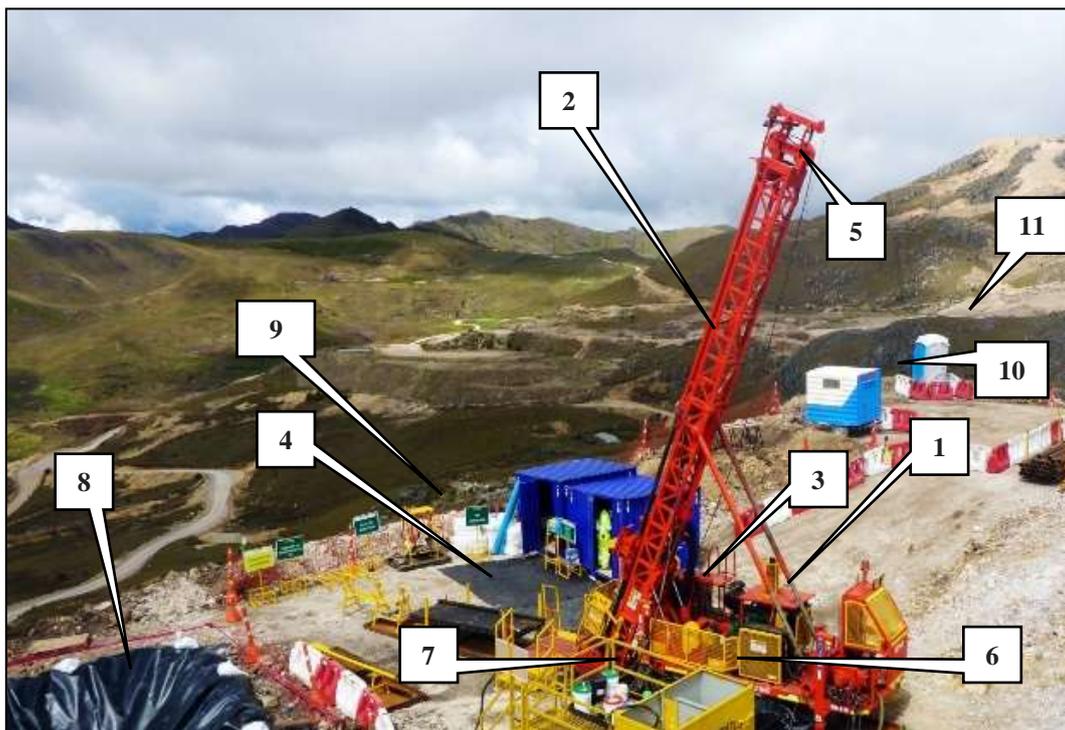


Figura 2.8 Partes del equipo y la plataforma de perforación diamantina
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2.1 Equipamiento de la plataforma de perforación diamantina

Equipamiento	Número de ubicación
Unidad motriz	1
Mástil	2
Tambor de winche	3
Tubos de perforación	4
Línea de cable (Wire line)	5
Tanque de lodos	6
Aditivos de perforación	7
Poza de sedimentación	8
Herramientas	9
Refugio anti tormenta	10
Letrina	11

Fuente: Elaboración Propia.

- **Tubos de perforación:** Son las barras de acero que sirven para transmitir la presión y el empuje de rotación sobre la broca. Las barras de perforación son de 5 a 10 pies de largo (1.524m y 3.048m), se presentan en múltiples diámetros PQ 115mm, HQ100mm, NQ 76mm, BQ 51mm. Por el interior de los tubos circula el lodo de perforación, también representa la profundidad del pozo y alberga al tubo interior.



Figura 2.9 Plataforma y tubos de perforación diamantina
Fuente: Propia

- **Tubo interior:** Es un tubo de acero que contiene al testigo o núcleo de perforación diamantina, el testigo pasa al tubo interior a través de un resorte que le permite la entrada y no la salida. Una vez que el tubo interior se llena del testigo de perforación o por necesidades de la perforación es preciso extraer la muestra, haciendo uso del pescador, el cual ingresa por la parte interior de la barra de perforación con la ayuda del wire line y atrapa al tubo interior, la longitud puede ser de 0.60m a 3.00m, los diámetros del tubo interior corresponden al de las coronas a emplear.

- **Broca o corona de diamante:** Está ubicado al frente de la sarta cumple la función de cortar la roca y avanzar con el sondaje, existen diferentes tipos de brocas, según la función que desempeñan, brocas de carburo de tungsteno, brocas con tungsteno triturado, brocas con diamantes, brocas con diamantes insertados, brocas con diamantes impregnados. La elección se basa en los criterios de dureza relativa de la roca y condiciones del terreno a perforar.
- **Pescado (Overshot):** Es la herramienta que permite subir y bajar el ensamble del tubo interior con la ayuda del wire line a través de la columna de barras, está adaptado para soportar fuertes tensiones, torsión, sacudidas sin dañar o distorsionar el testigo que contine el tubo interior.
- **Escariador (Reaming Shell):** El escariador o ensanchador va ubicado inmediatamente después de la broca, su función es conservar el diámetro nominal de la perforación a lo largo del pozo con la finalidad de permitir que una nueva broca sea bajado al pozo sin atascarse. La segunda función es estabilizar el barril porta testigos protegiendo con esto el desgaste excesivo en el extremo inferior y evitar las oscilaciones de la corona.

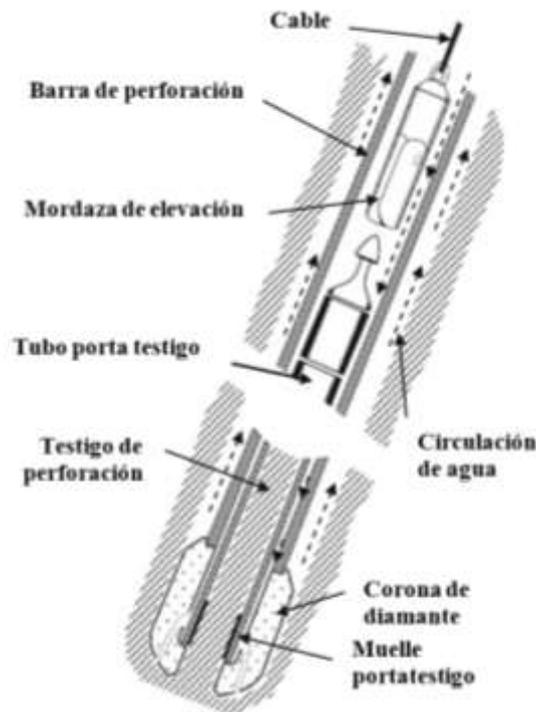


Figura 2.10 Sección de una broca y barras de perforación diamantina
Fuente: Marjoribanks, 2010.

- **Barras de revestimiento (Drilling Casing):** Las tuberías de revestimiento cumplen con la función principal de estabilizar el material de recubrimiento y los materiales con tendencia a derrumbe, además cuenta con un diámetro mayor a las barras de perforación. El casing es una tubería de mayor diámetro que las barras de perforación y es usada para revestir aquellas formaciones no consolidadas y propensas a derrumbes. Mantiene útil el pozo a lo largo de todo su funcionamiento sin requerir un reacondicionamiento del pozo después de ser perforado.
- **Barril porta testigos (Core Barrel):** Para un sistema de perforación por cable wire line el barril porta testigos almacena la muestra de testigo en el tubo interior que la corona diamantada corta desde la broca, permitiendo extraer la muestra del fondo del pozo.

- **Cajas porta testigos:** Es una caja de forma rectangular con dimensiones que pueden variar según el tipo de perforación. Toda la muestra extraída después de cada corrida deberá introducirse a la caja porta testigos, directamente desde la canaleta se deberá colocar de manera ordenada y dejando un taco de madera indicando la profundidad de inicio y fin de la corrida de perforación, la longitud perforada, longitud recuperada, código de sondaje.

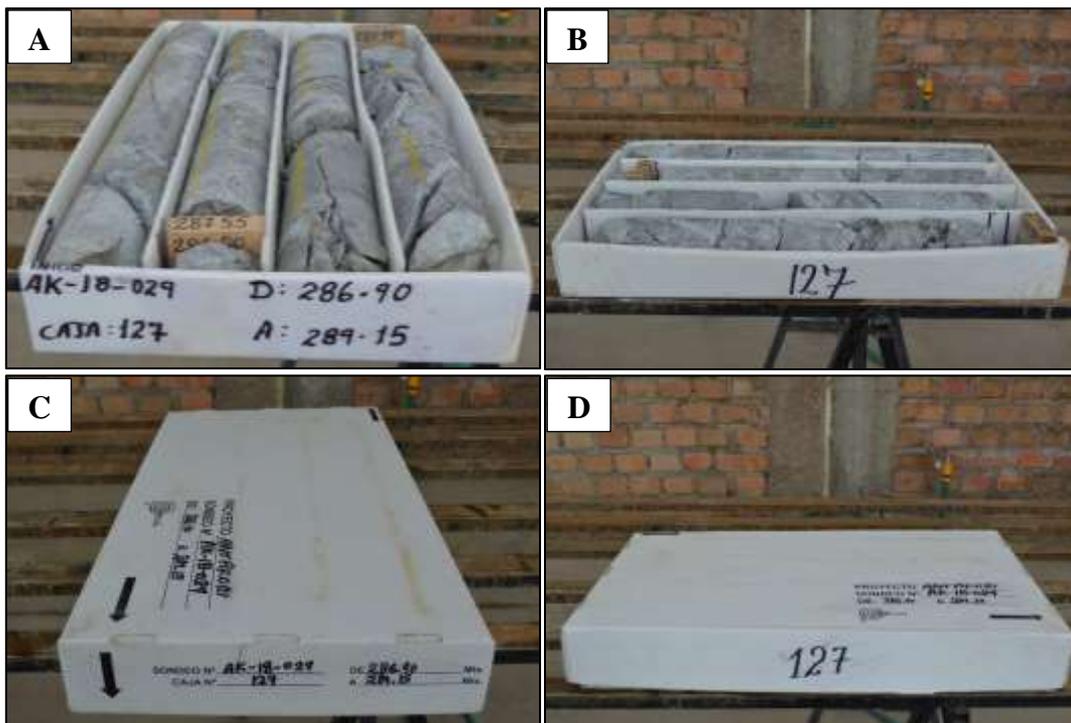


Figura 2.11 Rotulado de las cajas con testigos de perforación diamantina
Fuente: Elaboración Propia.

Nota: A) Rotulado en el borde de la base de la caja, nombre del pozo, número de caja, profundidad del inicio de caja y profundidad final de la caja, B) rotulado en el borde con número de caja, C) Rotulado en la tapa de la caja, D) Rotulado número de caja en los bordes de la tapa de la caja.

- **Testigos de perforación diamantina:** Los testigos de perforación son unas piezas cilíndricas de una o varias piezas de corte que proporciona registro físico u preciso de rocas y representa la geología de la sección de corte. La recuperación de los testigos de perforación debe ser del 90% o más para una evaluación confiable,

pero incluso a este nivel de recuperación, es esencial determinar si las pérdidas son aleatorias o si se pierden tipos específicos de mineral o ganga, produciendo un resultado sistemáticamente sesgado (Gocht et al.,1988). Para los autores Contreras y Garcia (2007) el objetivo de la recuperación de los testigos de perforación es obtener la mayor cantidad de muestras de roca para efectuar análisis de laboratorio, que sean representativas de las formaciones del yacimiento y preserven sus características para describir el depósito y al menor costo posible.

2.4.2. Maniobras de perforación diamantina

- **Instalación y retiro de revestimiento (Casing):** Maniobras para instalar o retirar al revestimiento metálico.
- **Reperforación de derrumbe en el pozo:** Consiste en bajar las barras y perforar nuevamente el pozo debido al derrumbe del pozo por condiciones ajenas al contratista.
- **Rimado o escariado:** Ensanchamiento de las paredes de un sondeo, para colocar revestimiento.
- **Maniobra de barras:** Consiste en retirar e ingresar la tubería a fin de realizar el cambio o verificación de la broca u accesorio de perforación.
- **Recuperación de tubería:** Maniobras generadas para recuperar o intentar recuperar la tubería de perforación y revestimiento. Así como las brocas y/o herramientas.
- **Mudanza, traslado e instalación de equipos entre puntos de perforación:** Aplica desde la culminación del sondaje y se ha retirado la última barra de perforación, hasta el inicio de un nuevo sondaje en el próximo punto de perforación.

- **Otras actividades operativas:** Cualquier otra tarea en los trabajos de perforación que se requiera y que signifique una labor realizada por el personal del contratista para continuar con el servicio de perforación u otra labor solicitada.
- **Horas de paralización (Stand by):** Consiste en el tiempo truncado que, por cualquier razón no imputable a el contratista, se atribuye al cliente. Si el contratista se viera imposibilitado de realizar sus labores de perforación. Se considera como stand by. Ejemplo. Falta de agua, falta de plataforma, falta de accesos, voladura y/o disparos, problemas climáticos, tiempo en espera de punto de perforar.
- **Medición de inclinación y desviación de sondaje:** Proceso de medición que consiste en cuantificar la posición de rumbo e inclinación de la trayectoria del pozo.
- **Recirculación:** Recirculación del agua decantada del pozo en el proceso de perforación.
- **Perdida de recirculación:** Es la pérdida de circulación de agua en el pozo.
- **Acondicionamiento:** Procedimiento operacional para dar estabilidad al sondeo, limpiando el pozo para eliminar restos del material perforado.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y Nivel de la Investigación

La investigación es una herramienta para conocer lo que nos rodea y la investigación de tipo aplicada cumple con el propósito de resolver problemas (Hernández y otros, 2014).

En el nivel de investigación descriptivo explicativo, lo descriptivo responde a las preguntas ¿Cómo influye? (Bunge, 1969), así mismo la palabra describir es el acto de representar, reproducir a personas, animales o cosas, pero no dan explicaciones de las situaciones o de los hechos (Cerdeña, 1998). Lo explicativo responde a la pregunta ¿Por qué? La explicación se preocupa por conocer la razón (Ávila, 1997).

3.2. Método y Diseño de la Investigación

3.2.1. Método de la investigación

En la investigación de la tesis se aplica el método científico. Para los autores Bonilla & Rodríguez (2005) el método científico es un conjunto de postulados, reglas y normas para el estudio y la solución de los problemas de investigación. De manera global el método científico es un conjunto de procedimientos que, valiéndose de los instrumentos o técnicas necesarias, examina y soluciona un problema o conjunto de problemas de investigación (Bunge, 1969).

Por lo tanto, el método científico hay un conjunto de procedimientos que valiéndose de las técnicas e instrumentos se puede examinar y dar solución a los problemas de la perforación diamantina durante la exploración minera.

3.2.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es cuasiexperimental por que manejamos una variable independiente para observar sus efectos, además diseñamos un grupo con mediciones antes y después con comparaciones equivalentes, no hay una asignación aleatoria de los grupos, sino los grupos existían al momento de trabajar con ellos.

El diseño de investigación se refiere a los métodos y procedimientos para compilar y analizar las variables de la investigación, constituye el plan general del investigador para obtener respuestas a sus interrogantes o probar la hipótesis de investigación (Calderón & Alzamora, 2003).

3.3. Universo, Población y Muestra

Para los autores Hernández, Fernández & Baptista (2014) la muestra es un subgrupo representativo de la población sobre la cual se recolectan datos y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión. La población en el presente estudio son ocho sondajes de perforación diamantina.

El universo sería el total de los sondajes de perforación diamantina del proyecto de exploración. La población serán los seis sondajes de perforación diamantina y las muestras son los testigos de perforación diamantina.

3.4. Técnicas de Recolección de Datos

La selección de las técnicas depende de la naturaleza del problema y la metodología del trabajo, también se puede usar técnicas auxiliares para observaciones de un mismo fenómeno lo que permitirá resultados más fiables y válidos (Vara, 2012). La

técnica utilizada en el presente estudio son la observación sistemática, registro en formatos preestablecidos, formulación de preguntas a manera de conversación y lluvia de ideas como técnica de trabajo en grupo.

3.5. Instrumentos de Recolección de datos

Los instrumentos se refieren al material base, resultado de la operacionalización de las variables que contienen ítems que se aplican a la muestra (Calderón & Alzamora, 2003). Un instrumento adecuado es aquel que registra datos observables que representan las variables que el investigador tiene en mente (Bostwick & Kyte, 2005).

Para el desarrollo del presente estudio se utiliza los siguientes instrumentos; guía de observación, formato Excel para medir la eficiencia, eficacia y la calidad de la perforación diamantina.

3.6. Fuentes de Recolección de Datos

Los datos serán generados durante la perforación diamantina serán adquiridos y recolectados por las personas del área de perforación diamantina, se producirán de observaciones y registros documentario.

- Reporte diario de los metros perforados.
- Reporte diario de las actividades de perforación.
- Reporte diario de la calidad de perforación.
- Reporte diario de registro fotográfico.

3.7. Desarrollo del Trabajo de Tesis

Es un proceso estructurado que tiene una serie de pasos y son los siguientes.

- Revisión de la información existente relacionado al tema de tesis.

- Desarrollar un marco teórico que sustente el tema de tesis
- Definir el problema que abordará la tesis.
- Establecer los objetivos de la tesis.
- Formular la hipótesis general y específica.
- Describir la metodología para recopilar y analizar los datos
- Recolectar datos de acuerdo a las técnicas e instrumentos
- Analizar los datos utilizando las herramientas y técnicas apropiadas
- Interpretar los resultados y vincularlos con los objetivos de la investigación.
- Identificar y compartir los hallazgos
- Resumir los resultados de la investigación
- Escribir la tesis de manera clara y coherente
- Revisar y editar la tesis y corregir errores gramaticales
- Preparar una presentación clara y concisa de la investigación

3.8. Situación inicial de la perforación diamantina

La empresa contratista encargada de la perforación diamantina cuenta con personal especializado, entre ellos se tiene un ingeniero de seguridad y salud en el trabajo, ingeniero residente, administrativo, perforista, mecánico, ayudantes de perforación, conductor de camioneta, conductor de camión cisterna y vigilantes. Las actividades de perforación se realizan dos turnos de trabajo de 12 horas diarias, primer turno 7:00 am hasta las 7:00 pm, el segundo turno de 7:00 pm a 7:00 am.

En el turno día se realiza la verificación de los testigos de perforación diamantina que están distribuidas en cajas con las codificaciones y metrajes de las corridas de perforación que servirán para la obtención de información geológica, geoquímica y geotécnica por parte de la empresa junior que está realizando la exploración minera.

La empresa de exploración minera junior cuenta con un jefe de proyecto, geólogos de exploración, ingeniero de seguridad y salud en el trabajo, personal de relaciones comunitarias, un administrativo y personal de campo. Cada colaborador está distribuido en el comité de mejora, líderes del equipo Kaizen y equipo Kaizen de acuerdo al organigrama de la figura 3.1.



Figura 3.1 Organigrama para la implementación de la metodología Kaizen
Fuente: Elaboración Propia.

3.9. Implementación de la metodología Kaizen

Para la implementación de la metodología Kaizen la gerencia se compromete y comunica la importancia de la aplicación de la metodología Kaizen en la perforación diamantina, para ello se programa la capacitación en la metodología Kaizen a los colaboradores de la empresa junior y la empresa contratista de la perforación, al término de la capacitación se conforma el equipo Kaizen.

Los líderes del quipo Kaizen estará conformado por el jefe de proyecto, ingeniero residente, ingeniero supervisor de campo, administrador, ingeniero de seguridad y salud en el trabajo y colaboradores del área de relaciones comunitarias. El equipo Kaizen se encargarán de llevar a cabo la implementación de la metodología Kaizen.

La implementación lo iniciamos con la definición del problema, luego el análisis de las posibles causas para pasar a la criticidad logrando determinar la causa raíz, posteriormente se realiza la vinculación de la causa raíz con las acciones correctivas y preventivas, proseguimos con la aplicación de las acciones implementadas y se acompaña con la verificación de las acciones implementadas y finalmente la estandarización de las soluciones. Es un ciclo de mejora continua único se repite continuamente cuando el ciclo se acaba. La duración depende de la complejidad de las mejoras buscadas.

El jefe de proyecto es el líder del equipo y encargado de coordinar las actividades, el ingeniero residente es el encargado de transmitir a todo el personal de la perforación diamantina, el ingeniero supervisor de campo es el encargado del cumplimiento de la parte operativa y el ingeniero de seguridad y salud en el trabajo es el encargado del cumplimiento del plan de seguridad en el trabajo.

3.9.1. Definición del problema

A partir del mes de abril hasta agosto del 2023 se realizó la compilación de datos de los reportes de avance diario de perforación y observaciones directas en las plataformas de perforación de los sondajes DDH-001, DDH-002 y DDH-003, Para un análisis completo se genera una base de datos que permite realizar un mejor procesamiento de los datos, generando indicadores en forma numérica y representado gráficamente.

La longitud perforada acumulada de los tres sondajes diamantinos es de 1845.82m y se pone en evidencia una eficiencia de 154 US\$/m para el sondaje DDH-001, la eficiencia de 195 US\$/m para el sondaje DDH-002 y una eficiencia de 159 UD\$/m para el sondaje DDH-003 (Ver tabla 3.1).

Tabla 3.1 Eficiencia de la perforación diamantina Pre Kaizen

Sondaje	Longitud perforada (m)	Valorización (\$)	Eficiencia (\$/m)
DDH-001	540.90	83285.46	154
DDH-002	893.52	173871.84	195
DDH-003	411.40	65474.07	159

Fuente: Elaboración Propia.

El requerimiento de eficiencia promedio es de 150 US\$/m y los tres sondajes están incurriendo en un incremento de los costos de la perforación diamantina durante la exploración minera (ver la tabla 3.1).

El sondaje DDH-001 y DDH-003 están próximos al requerimiento de 150 US\$/m, mientras que el sondaje DDH-002 está muy por encima del requerimiento, incurriendo en un incremento elevado de costos de perforación diamantina.

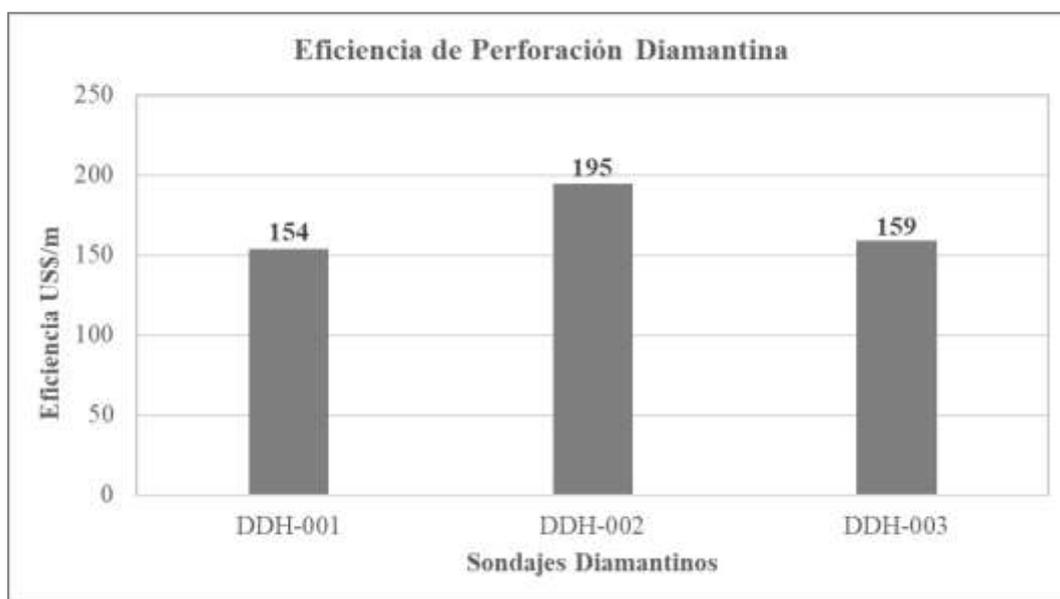


Figura 3.2 Eficiencia de los sondajes de perforación diamantina Pre Kaizen
Fuente: Elaboración Propia.

Se tiene 82 días de perforación y una longitud acumulada de 1845.82m. El sondaje DDH-001 tiene una eficacia de 16 m/día, el sondaje DDH-002 tiene una eficacia de 26 m/día y el sondaje DDH-003 tiene una eficacia de 29 m/día (ver tabla 3.2).

Tabla 3.2 Eficacia de la perforación diamantina Pre Kaizen

Sondaje	Longitud perforada (m)	Tiempo de perforación (día)	Eficacia (m/día)
DDH-001	540.90	34	16
DDH-002	893.52	34	26
DDH-003	411.40	14	29

Fuente: Elaboración Propia.

El requerimiento promedio diario de eficacia es de 30 m/día y los tres sondajes están por debajo de la eficacia requerida, afectando el avance de perforación diamantina.

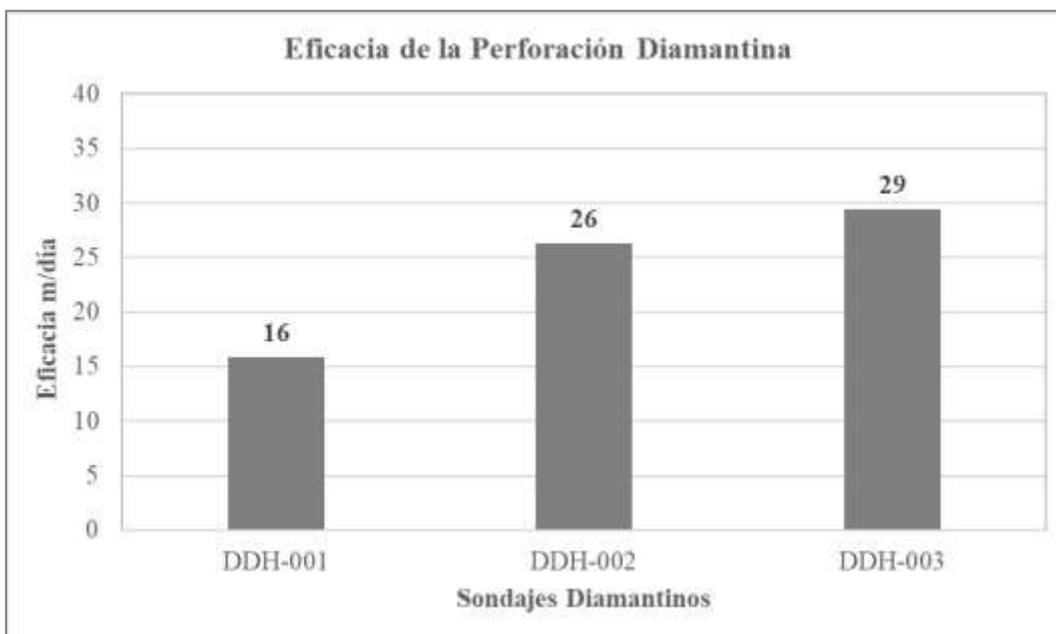


Figura 3.3 Eficacia de los sondajes de perforación diamantina Pre Kaizen

Fuente: Elaboración Propia.

La longitud total de perforación es de 1845.82m y una longitud recuperada de 1699.32m. El sondaje DDH-001 tiene una calidad de 85%, el sondaje DDH-002 posee una calidad de 96% y el sondaje DDH-003 se determinó una calidad de 93% (ver tabla 3.3).

Tabla 3.3 *Calidad de la perforación diamantina Pre Kaizen*

Sondajes	Longitud Perforada (m)	Longitud Recuperada (m)	Calidad (%)
DDH-001	540.90	461.77	85%
DDH-002	893.52	854.11	96%
DDH-003	411.40	383.44	93%

Fuente: Elaboración Propia.

La recuperación de los testigos de perforación diamantina expresada en porcentaje de calidad tiene un requerimiento de 90%. El sondaje DDH-001 está por debajo del requerimiento, mientras que los sondajes DDH-002 y DDH-003 tiene una calidad aceptable.

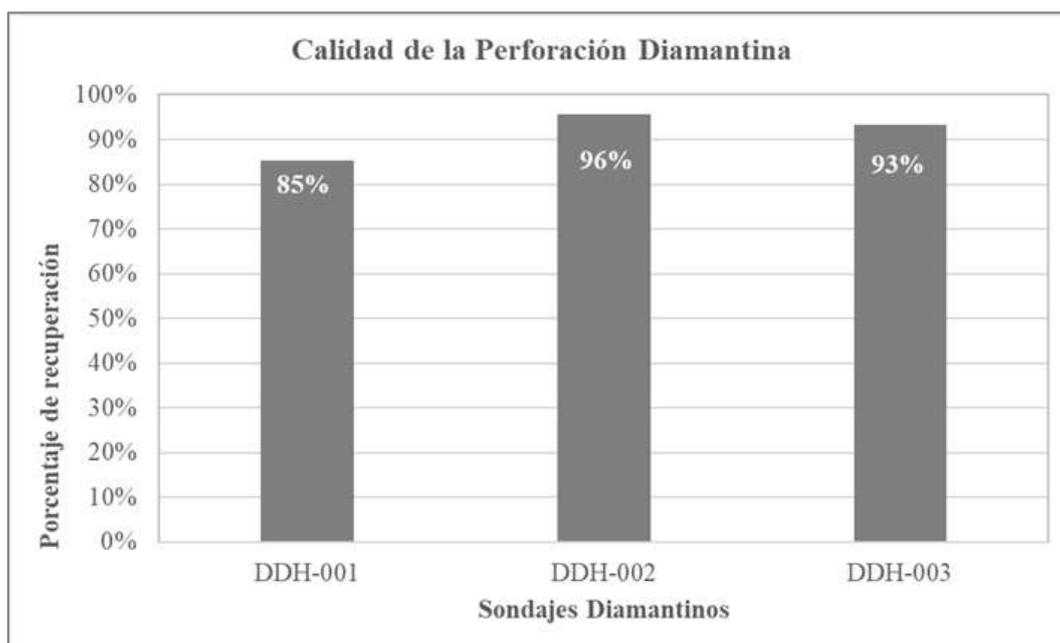


Figura 3.4 Calidad de la perforación de los sondajes diamantinos Pre Kaizen
Fuente: Elaboración Propia.

3.9.2. Análisis de las posibles causas

Completado el diagnóstico inicial, el equipo Kaizen se reúne para realizar el análisis de las posibles causas, haciendo uso de herramientas como diagrama de Ishikawa,

lluvia de ideas. La tormenta de ideas usa las preguntas “¿Qué es causa de...?” o “¿Qué influye en...?” donde cada miembro del equipo Kaizen aporta las diferentes causas y lo vamos registrando en una lista sobre un papelote y luego teniendo todas las ideas lo clasificamos en seis grupos principales, entre ellos tenemos maquinarias, método, mano de obra, medición, materia prima y medio ambiente que son acomodados en forma de un diagrama de pescado para revisar su forma y su lógica.

Se ha evidenciado el problema de baja eficiencia de la perforación diamantina en los sondajes DDH-001, DDH-002 y DDH-003, para entender el problema, el equipo Kaizen realiza el análisis y clasificación de causa efecto del incremento de los costos de la perforación diamantina, gráficamente lo podemos ver en el diagrama de Ishikawa (ver figura 3.2).

Se ha identificado el problema de baja eficacia de la perforación diamantina en los sondajes DDH-001, DDH-002 y DDH-003, para comprender el problema se realiza el análisis y la clasificación de las posibles causas, lo que se muestra en el diagrama de Ishikawa (ver figura 3.3).

El equipo Kaizen reconoció el problema de baja calidad de la perforación diamantina del sondaje DDH-001. Para solucionar el problema se realiza el análisis y clasificación de las posibles causas, haciendo uso del diagrama de causa efecto (ver figura 3.4).

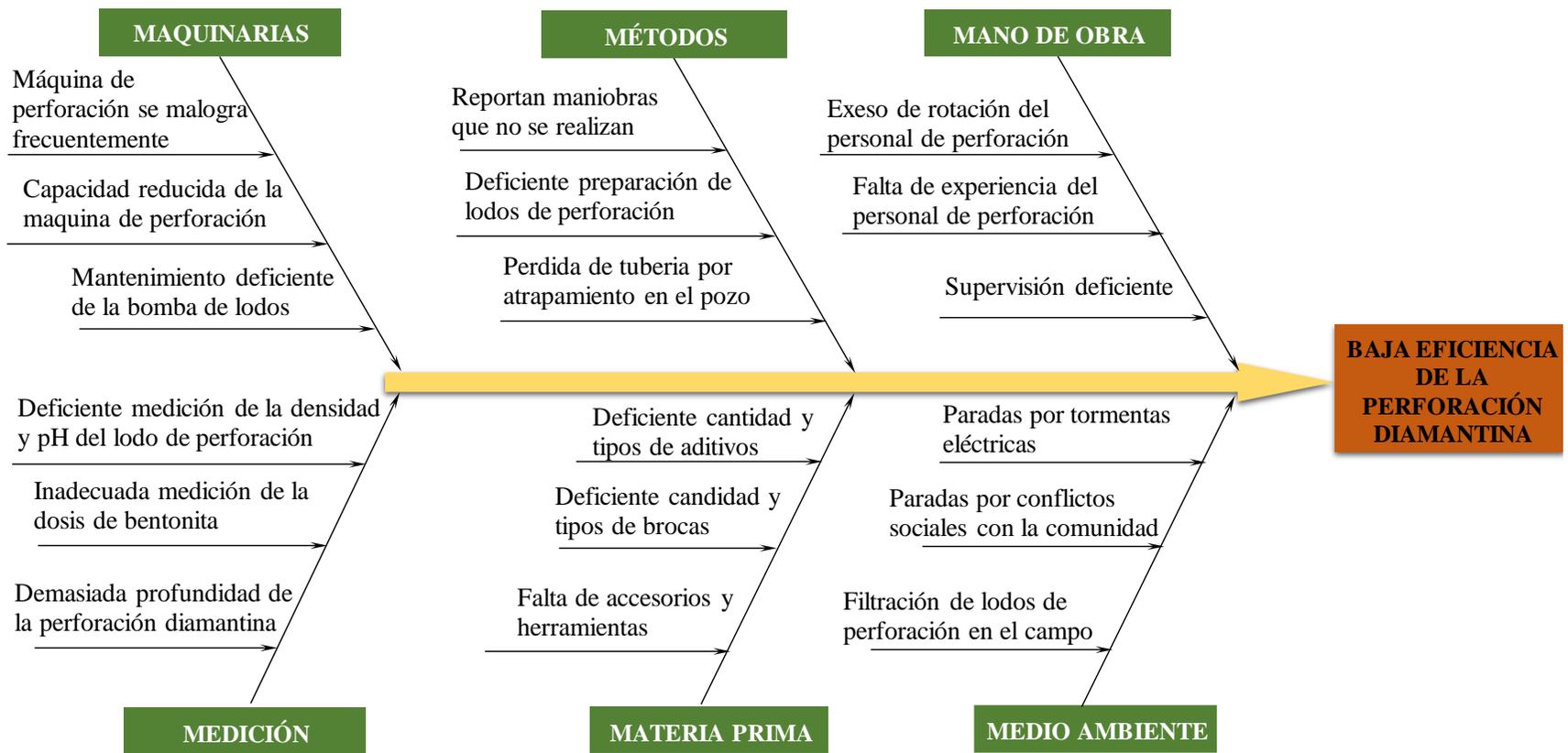


Figura 3.5 Análisis causa-efecto de la baja eficiencia de la perforación diamantina

Fuente: Elaboración Propia

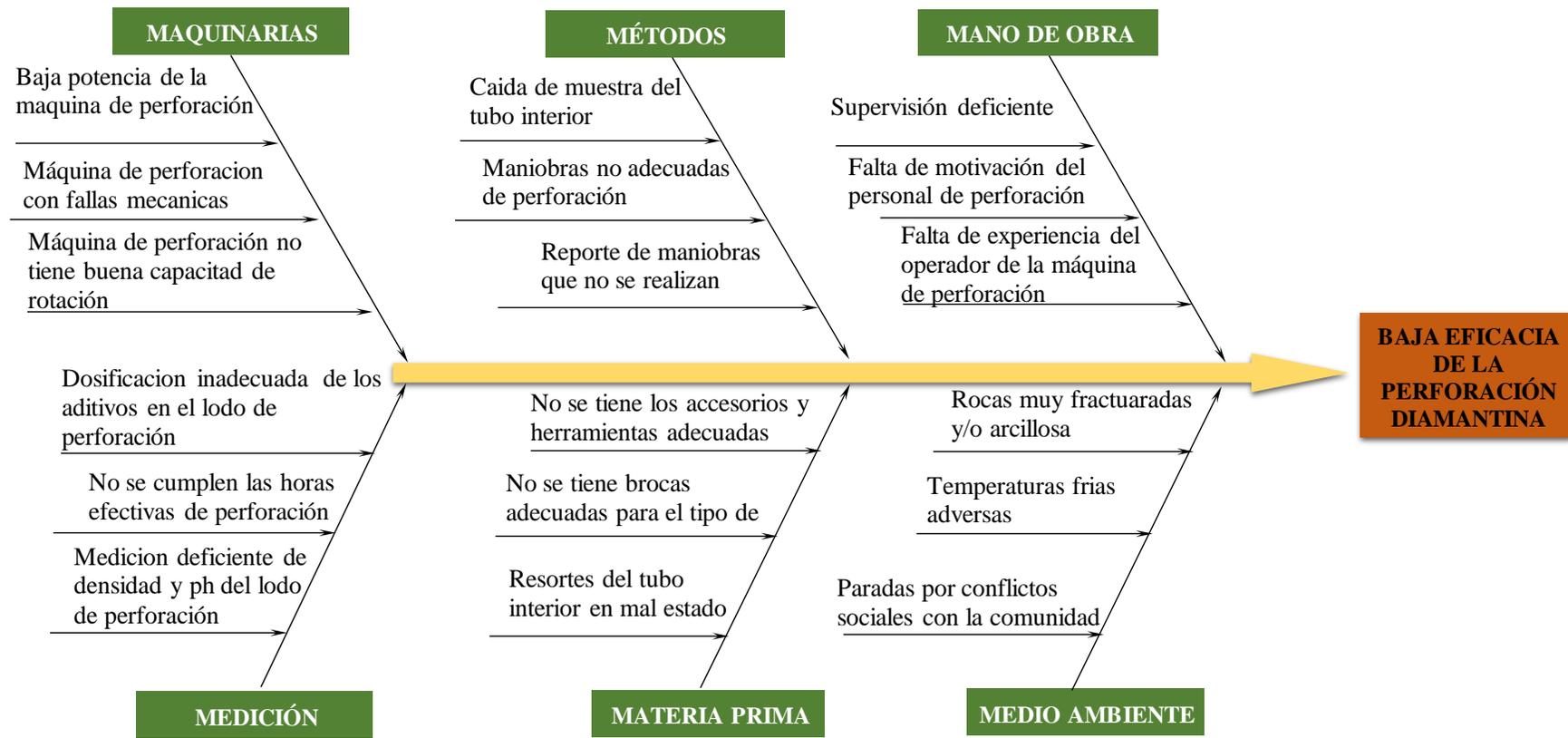


Figura 3.6 Análisis causa-efecto de la baja eficacia de la perforación diamantina

Fuente: Elaboración Propia.

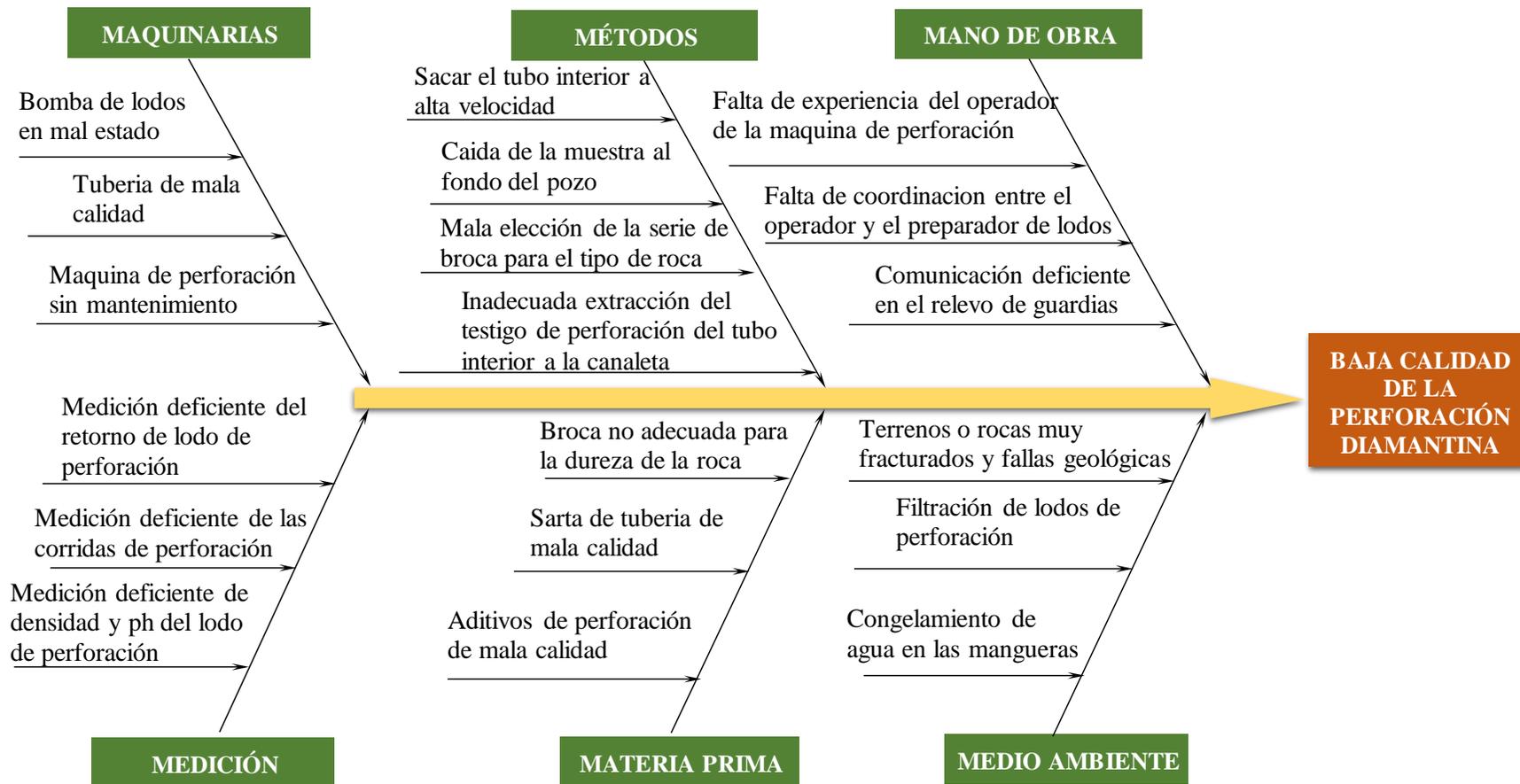


Figura 3.7 Análisis causa-efecto de la baja calidad de la perforación diamantina

Fuente: Elaboración Propia.

3.9.3. Análisis de la causa raíz

La causa raíz de la baja eficiencia de la perforación diamantina es analizado por el equipo Kaizen y determina la criticidad de las posibles causas, considerando los siguientes criterios (Ver tabla 3.4).

Frecuencia:

Muy Frecuente =5

Frecuente =3

Poco frecuente = 1

Impacto:

Muy alto impacto = 12

Alto impacto = 9

Impacto medio = 3

Bajo impacto = 1

Tabla 3.4 Causa raíz para la baja eficiencia de la perforación diamantina

Grupos	Posibles Causas	Frecuencia	Impacto	Efecto
Maquinaria	Maquina de perforación se malogra regularmente	5	12	60
Maquinaria	Capacidad reducida de la maquina de perforación	3	12	36
Maquinaria	Mantenimiento deficiente de la bomba de lodos	3	9	27
Método	Reportan maniobras que no se realizan	5	12	60
Método	Deficiente preparación de lodos de perforación	3	12	36
Método	Perdida de tubería por atrapamiento en el pozo	1	9	9
Mano de obra	Exceso de rotación del personal de perforación	3	12	36
Mano de obra	Falta de experiencia del operador de la maquina de perforación diamantina	5	12	60
Mano de obra	Supervisión deficiente	3	9	27
Medición	Deficiente medición de la densidad y pH del lodo de perforación	5	9	45
Medición	Inadecuada medición de la dosis de bentonita	5	9	45
Medición	Demasia profundidad de la perforación	3	12	36
Materia Prima	Deficiente cantidad y tipos de aditivos	5	9	45
Materia Prima	Deficiente cantidad y tipos de brocas	3	12	36
Materia Prima	Falta de accesorios y herramientas	5	9	45
Medio Ambiente	Paradas por tormentas electricas	1	3	3
Medio Ambiente	Paradas por conflictos sociales con la comunidad	1	9	9
Medio Ambiente	Filtración de lodos de perforación en el campo	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia.

La causa raíz de la baja eficiencia de la perforación diamantina se considera que el 80 % de las consecuencias son el resultado del 20% de las causas. Se ha identificado tres causas de mayor influencia, entre ellas tenemos la máquina de perforación se malogra frecuentemente, reporte de maniobras que no se realizan y la falta de experiencia del operador de la máquina de perforación diamantina (ver figura 3.8).

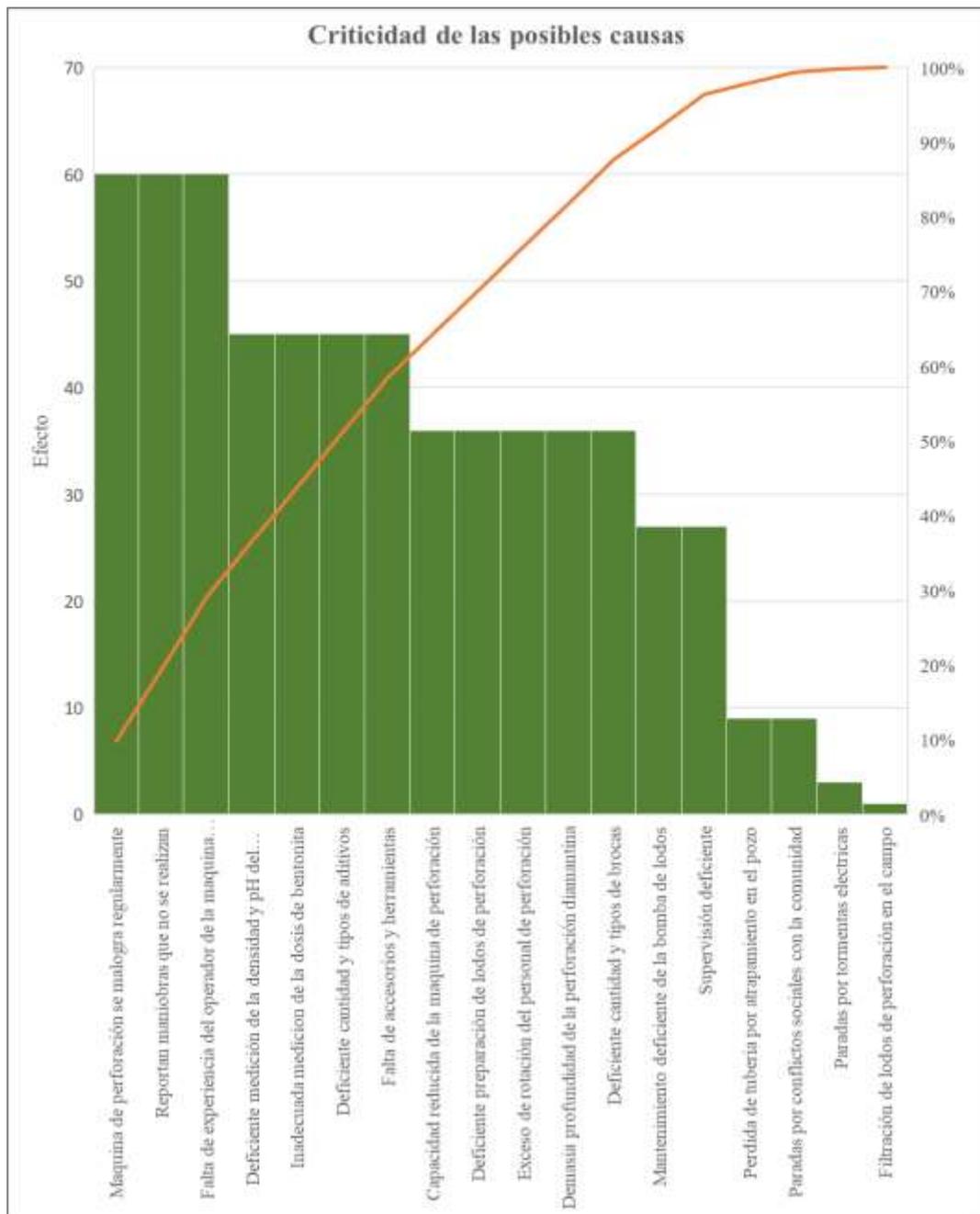


Figura 3.8 Análisis de la causa raíz de la baja eficiencia de la perforación diamantina

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de la causa raíz de la baja eficacia de la perforación diamantina es analizado por el equipo Kaizen y determina la criticidad de las posibles causas, considerando los siguientes criterios (ver tabla 3.5).

Frecuencia:

Muy Frecuente =5

Frecuente =3

Poco frecuente = 1

Impacto:

Muy alto impacto = 12

Alto impacto = 9

Impacto medio = 3

Bajo impacto = 1

Tabla 3.5 Causa raíz para la baja eficacia de la perforación diamantina

Grupos	Posibles Causas	Frecuencia	Impacto	Efecto
Maquinaria	Baja potencia de la maquina de perforación	3	9	27
Maquinaria	Maquina de perforación con fallas mecanicas	3	12	36
Maquinaria	Maquina de perforación no tiene buena capacidad de rotación	3	12	36
Método	Caida de muestras del tubo interior	3	12	36
Método	Maniobras no adecuadas de la perforación	5	12	60
Método	Reporte de maniobras que no se realizan	3	9	27
Mano de obra	Supervisión deficiente	1	12	12
Mano de obra	Falta de motivación del personal de perforación	3	12	36
Mano de obra	Falta de experiencia del operador de maquina de perforación	3	12	36
Medición	Dosificación inadecuada de los aditivos en el lodo de perforación	5	12	60
Medición	No se cumplen las horas efectivas de perforación	3	9	27
Medición	Medicion deficiente de la densidad y pH del lodo de perforación	3	12	36
Materia Prima	No se tiene accesorios y herramientas adecuadas	3	12	36
Materia Prima	No se tiene brocas adecuadas para el tipo de roca	3	12	36
Materia Prima	Resortes del tubo interior en mal estado	3	9	27
Medio Ambiente	Rocas muy fractuaradas y /o arcillosa	1	9	9
Medio Ambiente	Temperaturas frias adversas	1	12	12
Medio Ambiente	Paradas por conflictos sociales con la comunidad	1	12	12

Fuente: Elaboración Propia.

Se identifica la frecuencia e impacto para definir la mayor influencia y con ello se construye el diagrama Pareto.

Considerando que el 80 % de las consecuencias son el resultado del 20% de las causas, se ha definido dos causas principales, maniobras no adecuadas de la perforación y dosificación inadecuada de los aditivos en el lodo de perforación (ver figura 3.9).

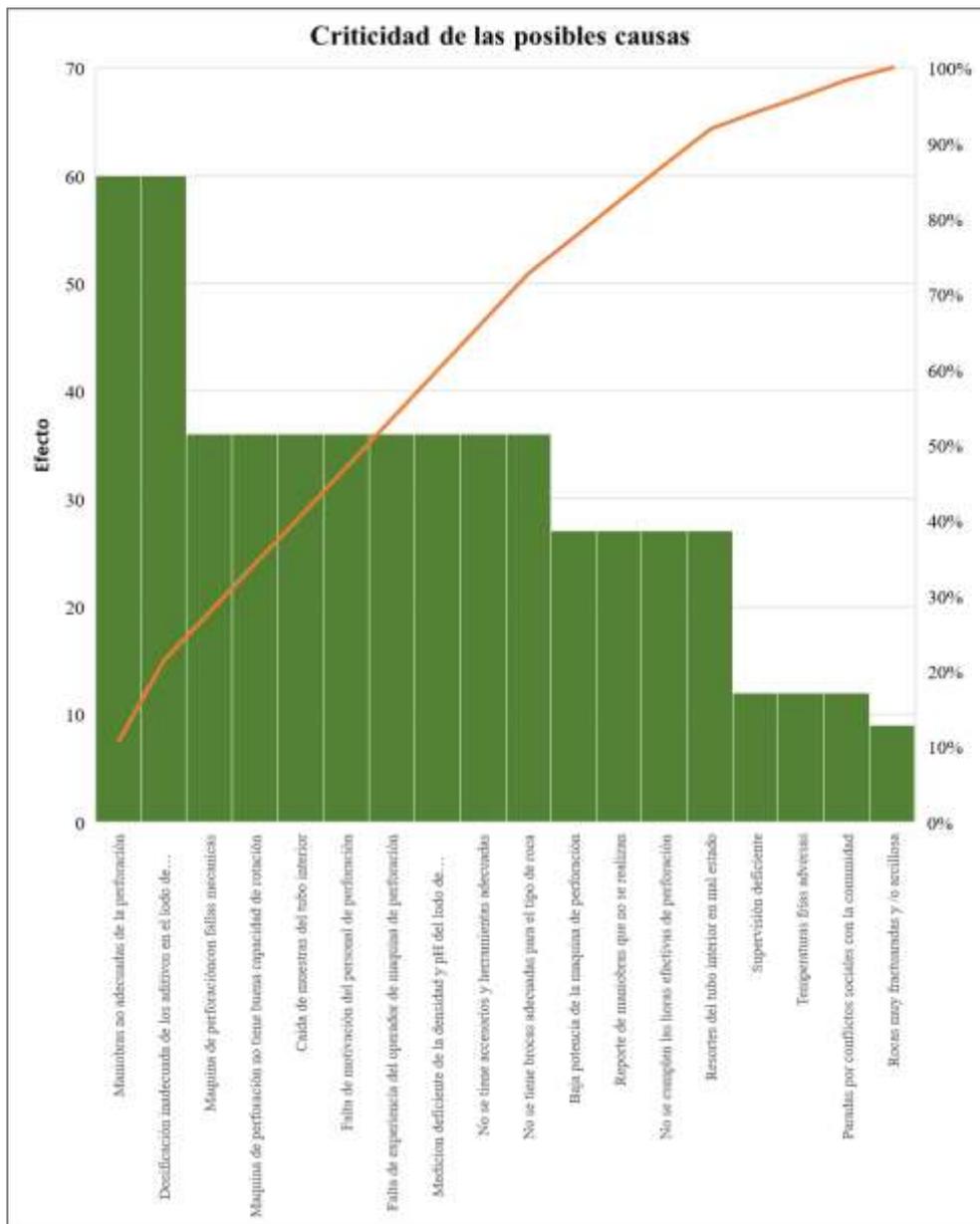


Figura 3.9 Análisis causa raíz de la baja eficacia de la perforación diamantina

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis de la causa raíz de la baja calidad de la perforación diamantina es analizado por el equipo Kaizen y determinan la criticidad de las posibles causas, considerando los siguientes criterios (ver tabla 3.6).

Frecuencia:

Muy Frecuente =5

Frecuente =3

Poco frecuente = 1

Impacto:

Muy alto impacto = 12

Alto impacto = 9

Impacto medio = 3

Bajo impacto = 1

Tabla 3.6 Causa raíz para la baja calidad de la perforación diamantina

Grupos	Causas	Frecuencia	Impacto	Efecto
Maquinaria	Bomba de lodos en mal estado	3	9	27
Maquinaria	Tubería de mala calidad	3	12	36
Maquinaria	Mantenimiento deficiente de la máquina de perforación	3	12	36
Método	Sacar el tubo interior a alta velocidad	2	12	24
Método	Caida de muestra al fondeo del pozo	3	12	36
Método	Mala elección de la serie de broca para el tipo de roca	5	12	60
Método	Inadecuada extracción de la muestra desde el tubo interior hacia la canaleta	5	12	60
Mano de obra	Falta de experiencia del operador de máquina de perforación	3	12	36
Mano de obra	Falta de coordinación entre el perforista y el preparador de lodos	3	12	36
Mano de obra	Comunicación deficiente en el relevo de guardias	2	9	18
Medición	Medición deficiente del retorno del lodo de perforación	3	9	27
Medición	Medición deficiente de las corridas de perforación	2	9	18
Medición	Medición deficiente de la densidad y pH del lodo de perforación	3	9	27
Materia Prima	Deficiente cantidad y tipos de brocas	3	12	36
Materia Prima	Sarta de tubería de mala calidad	3	12	36
Materia Prima	Aditivos de perforación de mala calidad	3	9	27
Medio Ambiente	Rocas muy fracturadas y/o arcillosas	5	12	60
Medio Ambiente	Filtración de lodos de perforación	1	12	12
Medio Ambiente	Congelamiento del agua en las mangueras	3	12	36

Fuente: Elaboración Propia.

Se identificaron tres causas raíz, la primera causa es la mala elección de la serie de broca para el tipo de roca, la segunda causa es inadecuada extracción de la muestra desde el tubo interior hacia la canaleta y la tercera causa son rocas muy fracturadas y/o arcillosas (ver figura 3.10).

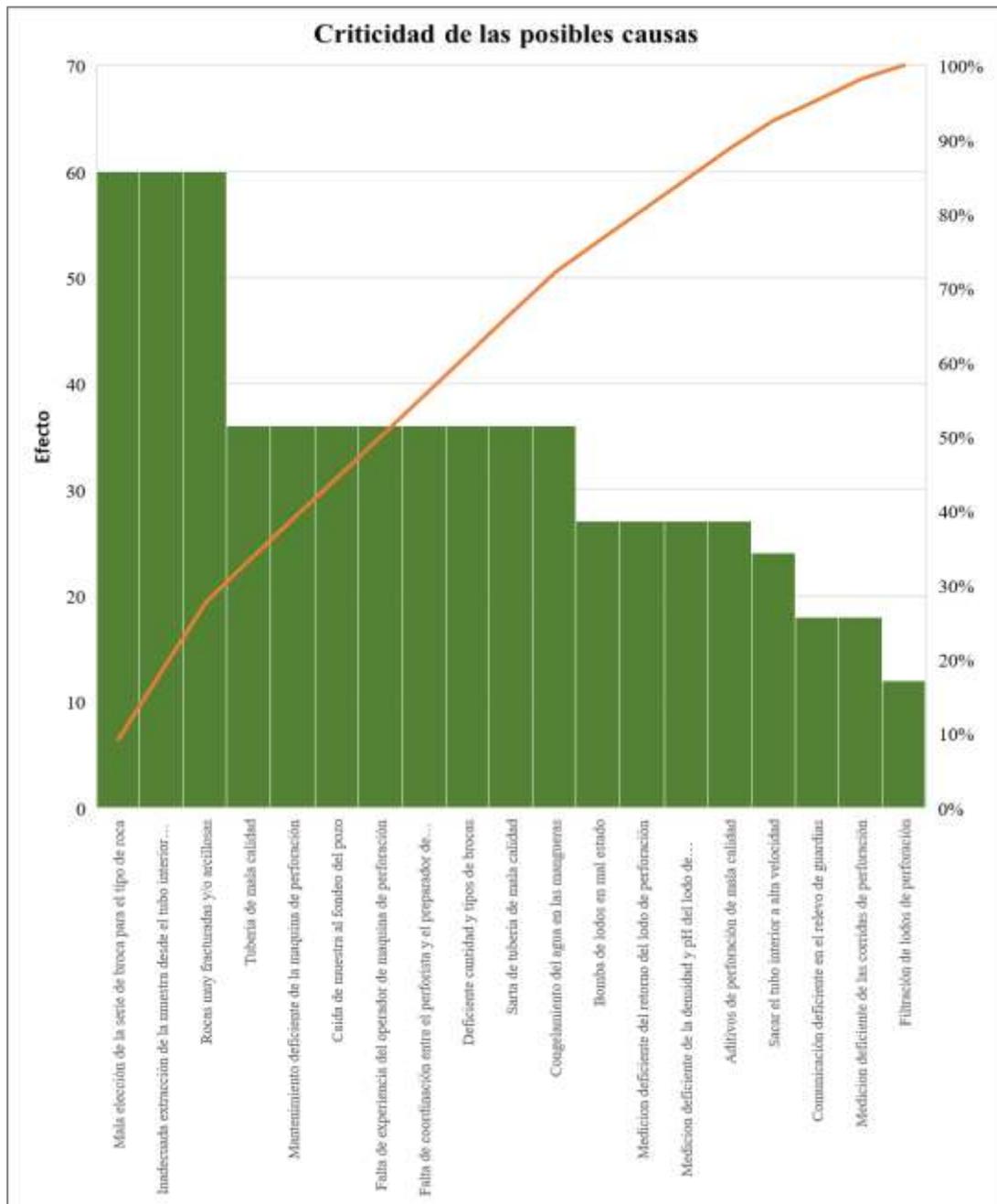


Figura 3.10 Análisis de causa raíz de la baja calidad de la perforación diamantina
Fuente: Elaboración Propia.

3.9.4. Vinculación de la causa raíz con las acciones correctivas y preventivas

A partir de la criticidad de las posibles causas se tiene las causas raíz para los problemas de baja eficiencia de la perforación diamantina, baja eficacia de la perforación diamantina y baja calidad de la perforación diamantina. En esta etapa se vincula la causa raíz con las acciones correctivas y preventivas implementadas (ver tabla 3.7).

Tabla 3.7 Implementación de acciones correctivas y preventivas

Grupo	Cauza raíz	Lista de acciones correctivas y preventivas	Indicador que impacta
Maquinaria	Maquina de perforación se malogra regularmente	Implementar mantenimiento preventivo y correctivo de las maquinas de perforación	Eficiencia
Método	Reportan maniobras que no se realizan	Implementar reporte de evidencias de las maniobras con sus respectivas fotos	Eficiencia
Mano de obra	Falta de experiencia del operador de la maquina de perforación diamantina	Definir el perfil del operador de la maquina de perforación	Eficiencia
Método	Maniobras no adecuadas de la perforación	Implementar un protocolo de las maniobras de perforación	Eficacia
Medición	Dosificación inadecuada de los aditivos en el lodo de perforación	Capacitación periodica del técnico de lodos de la emprea proveedora de aditivos	Eficacia
Método	Mala elección de la serie de broca para el tipo de roca	Generar un manual de serie de broca para el tipo de roca	Calidad
Método	Inadecuada extracción de la muestra desde el tubo interior hacia la canaleta	Capacitación y seguimiento para la extracción de muestras	Calidad
Medio Ambiente	Rocas muy fracturadas y/o arcillosas	Implementar seccion geológica con pronóstico de tipo de roca e intervalo de profundidad	Calidad

Fuente: Elaboración propia.

3.9.5. Aplicación de las acciones implementadas

El equipo Kaizen pasa a desarrollar los planes de acción para abordar la causa raíz de los problemas. Se realiza un cronograma de actividades para la aplicación de la mejora. Se planifica realizar las actividades entre los meses de agosto del 2023 a enero del 2024 y donde se tiene la lista de acciones, las actividades, área o departamento que corresponde, la fecha de inicio, la fecha de compromiso e indicador que impacta.

De las acciones implementadas cada acción tiene varias actividades que impactan directamente a la eficiencia de la perforación diamantina para disminuir el costo por metro de perforación (ver tabla 3.8).

Cada acción tiene varias actividades para impactar directamente a la eficacia de la perforación diamantina y así incrementar la longitud perforada por día. Cuando se tiene buen ritmo de longitud de perforación por día, permite un flujo de trabajo desde la perforación, transporte, muestreo geoquímico, logueo geológico, logueo geotécnico (ver tabla 3.9).

Las acciones y las respectivas actividades buscan impactar de manera directa a la calidad de la perforación diamantina para mejorar la longitud de recuperación de los testigos de perforación diamantina. Una buena recuperación permite mejorar una representatividad de las rocas y con ello se garantiza confiabilidad del muestreo geoquímico en la exploración minera (ver tabla 3.10).

Tabla 3.8 Plan de acciones implementadas para la baja eficiencia de la perforación diamantina

Lista de acciones	Actividad	Área/Departamento	Fecha inicio	Fecha Compromiso	Indicador que Impacta
Implementar el mantenimiento preventivo y correctivo de las maquinas de perforación	Mantenimiento preventivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	20/08/2023	Eficiencia
	Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	05/09/2023	Eficiencia
	Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	20/09/2023	Eficiencia
	Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	05/10/2023	Eficiencia
	Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	20/10/2023	Eficiencia
	Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	05/11/2023	Eficiencia
	Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	20/11/2023	Eficiencia
	Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	05/12/2023	Eficiencia
	Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	20/12/2023	Eficiencia
Implementar el reporte de evidencias de las maniobras con sus respectivas fotos	Elaborar modelo de reporte de maniobras de perforación	Ingeniero supervisor de campo	20/08/2023	20/08/2023	Eficiencia
	Capacitar a todo el personal sobre el reporte de maniobras de perforación	Ingeniero supervisor de campo	20/08/2023	25/08/2023	Eficiencia
	Reportar diarimente las maniobras de perforación	Ingeniero supervisor de campo	20/08/2023	30/08/2023	Eficiencia
Definir el perfil del operador de la maquina de perforación	Definir puesto de operador de maquina de perforación	Ingeniero Residente	22/08/2023	23/08/2023	Eficiencia
	Definir tipo y nivel de responsabilidad	Ingeniero Residente	22/08/2023	28/08/2023	Eficiencia
	Evaluar desempeño laboral del operador de maquina de perforación	Ingeniero Residente	22/08/2023	15/09/2023	Eficiencia

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.9 Plan de acciones implementadas para la baja eficacia de la perforación diamantina

Lista de acciones	Actividad	Área/Departamento	Fecha inicio	Fecha Compromiso	Indicador que Impacta
Implementar protocolo de las maniobras de perforación	Elaborar el protocolo de las maniobras de perforación	Ingeniero supervisor de campo	24/08/2023	30/08/2023	Eficacia
	Difusión del protocolo de las maniobras de perforación	Ingeniero supervisor de campo	24/08/2023	05/09/2023	Eficacia
	Control y seguimiento de las maniobras de perforación	Ingeniero supervisor de campo	24/08/2023	20/09/2023	Eficacia
Capacitación periodica del técnico de lodos de la empresa proveedora de aditivos	Capacitacion de la dosificación de aditivos para el lodo de perforacion	Técnico de lodos	25/08/2023	04/09/2023	Eficacia
	Capacitacion de la dosificación de aditivos para el lodo de perforacion	Técnico de lodos	25/08/2023	15/09/2023	Eficacia
	Capacitacion de la dosificación de aditivos para el lodo de perforacion	Técnico de lodos	25/08/2023	25/09/2023	Eficacia
	Capacitacion de la dosificación de aditivos para el lodo de perforacion	Técnico de lodos	25/08/2023	05/10/2023	Eficacia
	Documentar las diferentes dosificaciones y definir la mejor dosificación para las rocas del proyecto	Ingeniero supervisor de campo	25/08/2023	15/10/2023	Eficacia
	Control y seguimiento de la dosificación de aditivos para el lodo de perforación	Ingeniero supervisor de campo	25/08/2023	25/10/2023	Eficacia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.10 Plan de acciones implementadas para la baja calidad de la perforación diamantina

Lista de acciones	Actividad	Área/Departamento	Fecha inicio	Fecha Compromiso	Indicador que Impacta
Generar un guía de serie de broca y su relación con el tipo de roca	Elaborar manual de serie de brocas	Ingeniero supervisor de campo	30/08/2023	02/09/2023	Calidad
	Difusión del manual de serie de broca para el tipo de terreno	Ingeniero supervisor de campo	30/08/2023	17/09/2023	Calidad
	Control y seguimiento del uso adecuado de la serie de broca de acuerdo el tipo de roca	Ingeniero supervisor de campo	31/08/2023	20/09/2023	Calidad
Capacitación y seguimiento para la extracción de muestras	Actualización del procedimiento de extracción de muestras	Ingeniero supervisor de campo	18/08/2023	25/08/2023	Calidad
	Capacitación en la extracción de muestras desde el tubo interior, la canaleta hasta la colocación en la caja	Ingeniero supervisor de campo	18/08/2023	05/09/2023	Calidad
	Control y seguimiento del procedimiento de extracción de muestras	Ingeniero supervisor de campo	18/08/2023	30/09/2023	Calidad
Implementar sección geológica con pronóstico de tipo de roca e intervalo de profundidad	Elaboración de la sección geológica de acuerdo al rumbo y inclinación del sondaje	Geólogo del Proyecto	19/08/2023	20/09/2023	Calidad
	Difusión de la sección geológica y el pronóstico del tipo de roca	Geólogo del Proyecto	19/08/2023	05/09/2023	Calidad
	Control y seguimiento de la aplicación del pronóstico del tipo de roca	Geólogo del Proyecto	19/08/2023	30/09/2023	Calidad

Fuente: Elaboración Propia.

3.9.6. Verificación de las acciones implementadas

De acuerdo a las vinculaciones de la causa raíz y la lista de acciones con sus respectivas actividades, considerando el responsable, la fecha de inicio, fecha de compromiso, fecha de cierre, el porcentaje de avance, se tiene el estatus de las acciones implementadas.

El equipo Kaizen considera una serie de acciones y a su vez, se tiene diferentes actividades con objetivos claros y se buscan el aumento de la eficiencia de la perforación diamantina con los mantenimientos preventivos y correctivos, elaborar el modelo de reporte de maniobras de perforación y capacitarlos a los colaboradores para que realicen el reporte diariamente. Es también importante definir el puesto, la responsabilidad del operador de máquina de perforación para poder evaluar su desempeño (ver tabla 3.11).

Para cada acción se tiene diferentes actividades con objetivos claros y se busca el aumento de la eficacia de la perforación diamantina con la elaboración y difusión del protocolo de las maniobras de perforación, así mismo es importante el control de las maniobras de perforación, es significativo la capacitación para la dosificación de aditivos para los lodos de perforación y en la práctica de la perforación diaria documentar las diferentes dosificaciones y teniendo la mejor dosificación para el proyecto obtener una guía de dosificación y así garantizar una menora en los metros perforados por día (ver tabla 3.12).

Para cada acción se tiene diferentes actividades con objetivos claros y se busca mejorar la calidad de la perforación diamantina con la elaboración y difusión del manual de series de broca, así mismo se considera necesario la capacitación, actualización del procedimiento, seguimiento y control del proceso de la extracción de muestras o testigos de perforación diamantina. También es importante la elaboración de las secciones geológicas con el pronóstico de tipos de rocas (ver tabla 3.13).

Tabla 3.11 Seguimiento del plan de acciones para la baja eficiencia de la perforación diamantina

Actividad	Área/Departamento	Fecha inicio	Fecha Compromiso	Indicador que Impacta	Fecha cierre real	% Avance	Responsable	Objetivo	Nivel Acción	Semaforo	Días Atraso	Estatus
Mantenimiento preventivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	20/08/2023	Eficiencia	20/08/2023	100%	Hugo Ferrer	Que la maquina de perforación este en optimas condiciones	3	●	0	Realizada
Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	05/09/2023	Eficiencia	05/09/2023	100%	Hugo Ferrer	Detectar anticipadamente el desgaste natural de algunas partes del motor	2	●	0	Realizada
Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	20/09/2023	Eficiencia	20/09/2023	100%	Hugo Ferrer	Detectar anticipadamente el desgaste natural de algunas partes del motor	2	●	0	Realizada
Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	05/10/2023	Eficiencia	06/10/2023	100%	Hugo Ferrer	Detectar anticipadamente el desgaste natural de algunas partes del motor	2	●	1	Realizada
Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	20/10/2023	Eficiencia	20/10/2023	100%	Hugo Ferrer	Detectar anticipadamente el desgaste natural de algunas partes del motor	2	●	0	Realizada
Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	05/11/2023	Eficiencia	05/11/2023	100%	Hugo Ferrer	Detectar anticipadamente el desgaste natural de algunas partes del motor	2	●	0	Realizada
Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	20/11/2023	Eficiencia	22/11/2023	100%	Hugo Ferrer	Detectar anticipadamente el desgaste natural de algunas partes del motor	2	●	2	Realizada
Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	05/12/2023	Eficiencia	05/12/2023	100%	Hugo Ferrer	Detectar anticipadamente el desgaste natural de algunas partes del motor	2	●	0	Realizada
Mantenimiento correctivo de la maquina de perforación	Mecanico	18/08/2023	20/12/2023	Eficiencia	21/12/2023	100%	Hugo Ferrer	Detectar anticipadamente el desgaste natural de algunas partes del motor	2	●	1	Realizada
Elaborar modelo de reporte de maniobras de perforación	Ingeniero supervisor de campo	20/08/2023	20/08/2023	Eficiencia	20/08/2023	100%	Dennis Guevara	Documentar las maniobras de perforación	2	●	0	Realizada
Capacitar a todo el personal sobre el reporte de maniobras de perforación	Ingeniero supervisor de campo	20/08/2023	25/08/2023	Eficiencia	27/08/2023	100%	Dennis Guevara	Reportar la maniobra que se realiza	2	●	2	Realizada
Reportar diaramante las maniobras de perforación	Ingeniero supervisor de campo	20/08/2023	30/08/2023	Eficiencia	30/08/2023	100%	Dennis Guevara	Pagar por las maniobras realizadas y justificadas	2	●	0	Realizada
Definir puesto de operador de maquina de perforación	Ingeniero Residente	22/08/2023	23/08/2023	Eficiencia	24/08/2023	100%	Samuel Lopez	Tener operadores calificados para realizar la perforación diamantina	2	●	1	Realizada
Definir tipo y nivel de responsabilidad	Ingeniero Residente	22/08/2023	28/08/2023	Eficiencia	28/08/2023	100%	Samuel Lopez	Tener claro el tipo y nivel de responsabilidad	2	●	0	Realizada
Evaluar desempeño laboral del operador de maquina de perforación	Ingeniero Residente	22/08/2023	15/09/2023	Eficiencia	15/09/2023	100%	Samuel Lopez	Garantizar la calificación del operador de maquina de perforación	2	●	0	Realizada

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.12 Seguimiento del plan de acciones para la baja eficacia de la perforación diamantina

Actividad	Área/Departamento	Fecha inicio	Fecha Compromiso	Indicador que Impacta	Fecha cierre real	% Avance	Responsable	Objetivo	Nivel Acción	Semaforo	Días Atraso	Estatus
Elaborar el protocolo de las maniobras de perforación	Ingeniero supervisor de campo	24/08/2023	30/08/2023	Eficacia	01/09/2023	100%	Dennis Guevara	Caracterizar las maniobras de perforación para una correcta aplicación	2		2	Realizada
Difusión del protocolo de las maniobras de perforación	Ingeniero supervisor de campo	24/08/2023	05/09/2023	Eficacia	05/09/2023	100%	Dennis Guevara	Concientizar la ejecución adecuada de las maniobras	3		0	Realizada
Control y seguimiento de las maniobras de perforación	Ingeniero supervisor de campo	24/08/2023	20/09/2023	Eficacia	20/09/2023	100%	Dennis Guevara	Garantizar la ejecución correcta de las maniobras	3		0	Realizada
Capacitación de la dosificación de aditivos para el lodo de perforación	Técnico de lodos	25/08/2023	04/09/2023	Eficacia	04/09/2023	100%	Cesar Mendoza	Mejorar la dosificación del lodo de perforación	2		0	Realizada
Capacitación de la dosificación de aditivos para el lodo de perforación	Técnico de lodos	25/08/2023	15/09/2023	Eficacia	15/09/2023	100%	Cesar Mendoza	Mejorar la dosificación del lodo de perforación	2		0	Realizada
Capacitación de la dosificación de aditivos para el lodo de perforación	Técnico de lodos	25/08/2023	25/09/2023	Eficacia	25/09/2023	100%	Cesar Mendoza	Mejorar la dosificación del lodo de perforación	2		0	Realizada
Capacitación de la dosificación de aditivos para el lodo de perforación	Técnico de lodos	25/08/2023	05/10/2023	Eficacia	07/10/2023	100%	Cesar Mendoza	Mejorar la dosificación del lodo de perforación	2		2	Realizada
Documentar las diferentes dosificaciones y definir la mejor dosificación para las rocas del proyecto	Ingeniero supervisor de campo	25/08/2023	15/10/2023	Eficacia	15/10/2023	100%	Dennis Guevara	Obtener una guía la dosificación de aditivos de acuerdo a las rocas del proyecto	2		0	Realizada
Control y seguimiento de la dosificación de aditivos para el lodo de perforación	Ingeniero supervisor de campo	25/08/2023	25/10/2023	Eficacia	25/10/2023	100%	Dennis Guevara	Garantizar la adecuada dosificación para el proyecto	3		0	Realizada

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3.13 Seguimiento del plan de acciones para la baja calidad de la perforación diamantina

Actividad	Área/Departamento	Fecha inicio	Fecha Compromiso	Indicador que Impacta	Fecha cierre real	% Avance	Responsable	Objetivo	Nivel Acción	Semaforo	Días Atraso	Estatus
Elaborar manual de serie de brocas	Ingeniero supervisor de campo	30/08/2023	02/09/2023	Calidad	02/09/2023	100%	Dennis Guevara	Tener un material de consulta para mejorar el uso de las brocas	2		0	Realizada
Difusión del manual de serie de broca para el tipo de terreno	Ingeniero supervisor de campo	30/08/2023	17/09/2023	Calidad	17/09/2023	100%	Dennis Guevara	Concientizar el uso adecuado de brocas	3		0	Realizada
Control y seguimiento del uso adecuado de la serie de broca de acuerdo el tipo de roca	Ingeniero supervisor de campo	31/08/2023	20/09/2023	Calidad	20/09/2023	100%	Dennis Guevara	Garantizar el uso adecuado de brocas	3		0	Realizada
Actualización del procedimiento de extracción de muestras	Ingeniero supervisor de campo	18/08/2023	25/08/2023	Calidad	25/08/2023	100%	Dennis Guevara	Tener un procedimiento actualizado	2		0	Realizada
Capacitación en la extracción de muestras desde el tubo interior, la canaleta hasta la colocación en la caja	Ingeniero supervisor de campo	18/08/2023	05/09/2023	Calidad	07/09/2023	100%	Dennis Guevara	Concientizar en la importancia de la extracción de muestra	3		2	Realizada
Control y seguimiento del procedimiento de extracción de muestras	Ingeniero supervisor de campo	18/08/2023	30/09/2023	Calidad	30/09/2023	100%	Dennis Guevara	Garantizar que la actividad se realice correctamente	3		0	Realizada
Elaboración de la sección geológica de acuerdo al rumbo y inclinación del sondaje	Geólogo del Proyecto	19/08/2023	20/09/2023	Calidad	20/09/2023	100%	Carlos Mamani	Obtener una sección de fácil entendimiento y manejo	2		0	Realizada
Difusión de la sección geológica y el pronóstico del tipo de roca	Geólogo del Proyecto	19/08/2023	05/09/2023	Calidad	05/09/2023	100%	Carlos Mamani	Conocer con anticipación que serie de broca usar en una profundidad y roca pronosticada	3		0	Realizada
Control y seguimiento de la aplicación del pronóstico del tipo de roca	Geólogo del Proyecto	19/08/2023	30/09/2023	Calidad	30/09/2023	100%	Carlos Mamani	Garantizar el uso adecuado de la sección geologica	3		0	Realizada

Fuente: Elaboración Propia.

3.9.7. Estandarización de las soluciones

En esta etapa se busca normalizar todo aquello que forma parte de la solución, para ello se establecen guías, manuales, protocolos y reportes. Se debe difundir en todas las plataformas de perforación diamantina, así mismo se deben conservar adecuadamente y mantenerse al alcance de todos los colaboradores de la perforación, por lo que se establece lo siguiente.

- Realizar el mantenimiento preventivo de la máquina es la plataforma de perforación y con un mecánico asignado al proyecto de exploración.
- Reportar diariamente las maniobras de perforación con sus respectivas evidencias fotográficas.
- El protocolo de maniobras de perforación diamantina debe difundirse, preservarse y mantenerse al alcance de todos los colaboradores de la perforación diamantina del proyecto de exploración.
- La guía de dosificación de aditivos para la preparación del lodo de perforación debe difundirse, preservarse y mantenerlo al alcance de todos los involucrados en la perforación diamantina del proyecto de exploración.
- El manual de serie de brocas con sus respectivas correlaciones con los tipos de rocas debe difundirse, preservarse y mantenerlo al alcance de todos los involucrados en la perforación diamantina del proyecto de exploración.

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Resultados de la Investigación

4.1.1. Eficiencia de la perforación diamantina

El indicador de eficiencia de la perforación diamantina permite analizar los recursos gastados en la perforación y permite comparar la eficiencia antes y después de la implementación de la metodología Kaizen.

La primera fase del trabajo de investigación inicia con la obtención de datos y observación de los sondajes DDH-001, DDH-002 y DDH-003 con una longitud acumulada de 1845.82 m de perforación con una eficiencia media de 169 US\$/m. La metodología Kaizen se implementa de forma continua a la perforación diamantina de los sondajes DDH-004, DDH-005 y DDH-006 que tienen una longitud acumulada de 2722.64 m de perforación con una eficiencia media de 145 US\$/m.

Tabla 4.1 Evolución de la eficiencia de la perforación diamantina

Sondaje	Longitud perforada (m)	Valorización (US\$)	Eficiencia (US\$/m)
DDH-001	540.90	83285.46	154
DDH-002	893.52	173871.84	195
DDH-003	411.40	65474.07	159
DDH-004	989.65	154514.90	156
DDH-005	847.40	126826.40	150
DDH-006	885.59	115690.36	131

Fuente: Elaboración Propia.

La implementación de la metodología Kaizen permite mejorar la eficiencia de la perforación diamantina a partir del sondaje DDH-004 hasta el sondaje DDH-006 donde se observa una tendencia de mejora de la eficiencia.

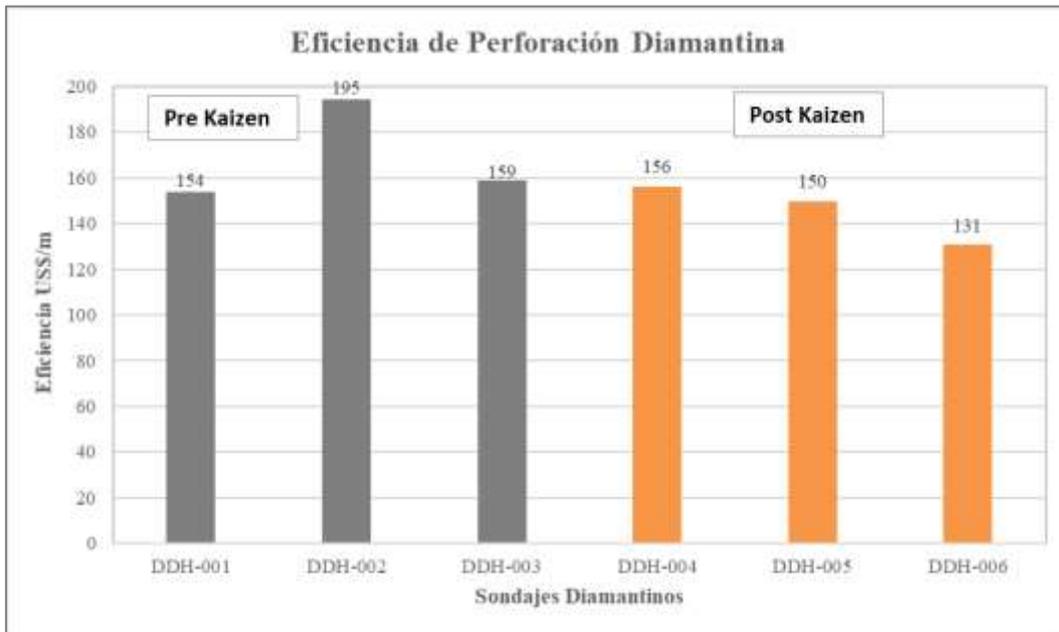


Figura 4.1 Evolución de la eficiencia de la perforación diamantina
Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Eficacia de la perforación diamantina

El indicador de eficacia de la perforación diamantina permite analizar el cumplimiento de los plazos establecidos y se puede comparar la eficiencia antes y después de la implementación de la metodología Kaizen.

Durante la perforación de los sondajes DDH-001, DDH-002 y DDH-003 se logra acumular una longitud de 1845.82m ejecutados en 82 días con una eficacia promedio de 24 m/día y se manera progresiva se implementa la metodología Kaizen concretándose en los sondajes DDH-004, DDH-005 y DDH-006 con una longitud acumulada de 2722.64m ejecutados en 110 días con una eficacia promedio de 25 m/día.

Tabla 4.2 Evolución de la eficacia de la perforación diamantina

Sondaje	Longitud perforada (m)	Perforación (días)	Eficacia (m/día)
DDH-001	540.90	34	16
DDH-002	893.52	34	26
DDH-003	411.40	14	29
DDH-004	989.65	41	24
DDH-005	847.40	33	26
DDH-006	885.59	36	25

Fuente: Elaboración Propia.

La eficacia promedio de la perforación diamantina inicialmente fue 24 m/día y posterior a la implementación de la metodología Kaizen tiene un leve aumento con una eficacia promedio de 25 m/día.

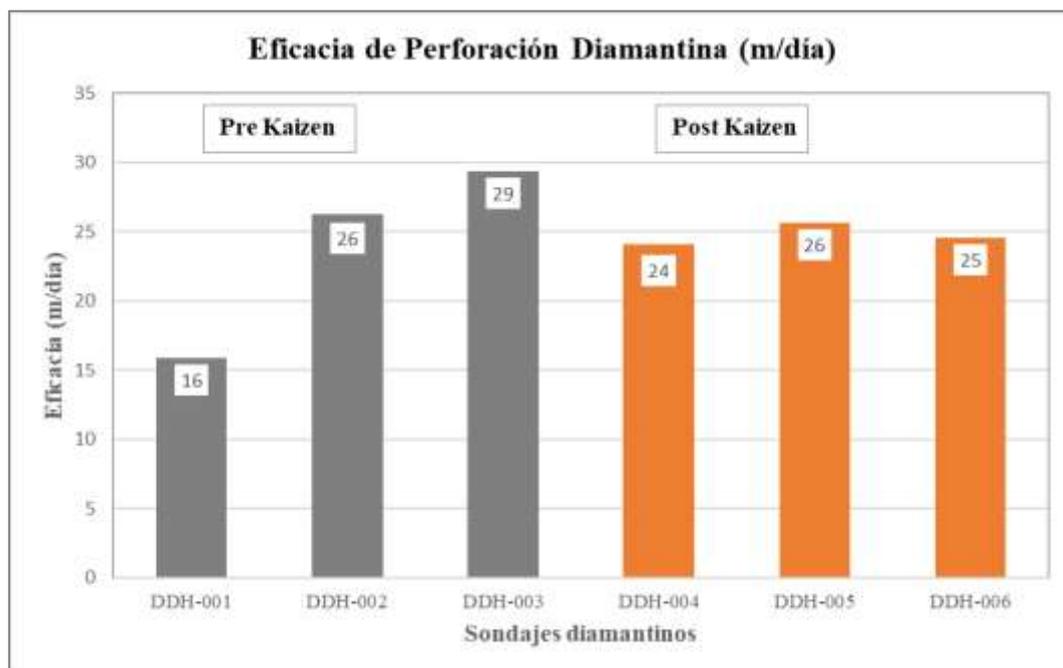


Figura 4.2 Evolución de la eficacia de la perforación diamantina

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.3. Calidad de la perforación diamantina

El indicador del porcentaje de recuperación de los testigos de perforación diamantina permite analizar la calidad de la perforación, para una evaluación confiable

donde los testigos de perforación. Los primeros metros de perforación de los sondajes DDH-001, DDH-002 y DDH-003 son 1845.82m con una calidad de 91% y con la implementación de la metodología Kaizen durante la perforación acumulada de 2722.64 m en los sondajes DDH-004, DDH-005 y DDH-006 se logra una eficacia de 97%.

Tabla 4.3 Evolución de la calidad de la perforación diamantina

Sondaje	Longitud Perforada (m)	Longitud Recuperada (m)	Calidad (%)
DDH-001	540.90	461.77	85%
DDH-002	893.52	854.11	96%
DDH-003	411.40	383.44	93%
DDH-004	989.65	951.97	96%
DDH-005	847.40	827.93	98%
DDH-006	885.59	866.56	98%

Fuente: Elaboración Propia.

Posterior a la implementación de la metodología Kaizen la calidad es de 97% lo cual garantiza la representatividad de los testigos de perforación diamantina.

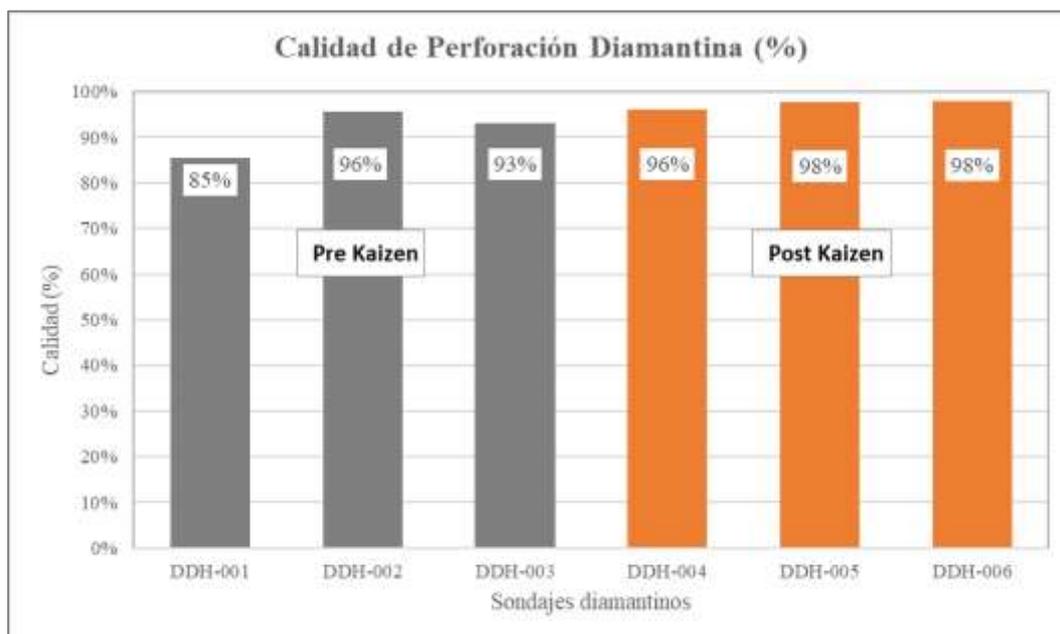


Figura 4.3 Evolución de la calidad de la perforación diamantina

Fuente: Elaboración Propia.

4.2. Discusión de los resultados de la Investigación

Los resultados de este estudio indican que la implementación de la metodología Kaizen tiene un impacto significativo en la eficiencia y calidad de la perforación diamantina. Se observa una mejora significativa en el costo por metro de perforación y la recuperación de los testigos de perforación diamantina. Respecto a la eficacia de la perforación diamantina hay un impacto poco significativo, se observa una mejora leve en la longitud perforada por día.

Estos hallazgos tienen importantes implicancias tanto teóricas como prácticas, desde la perspectiva teórica nuestros resultados que respaldan la idea de que la metodología Kaizen puede ser efectiva para mejorar la eficiencia y calidad. Se recomienda continuar con la metodología Kaizen para un impacto positivo en esta etapa tan importante de la exploración minera.

En la medida que continúe la perforación diamantina se conocerá en mayor detalle la geología del proyecto. Por lo tanto, mejorará las predicciones de los tipos de rocas y grados de fracturamiento y se espera un impacto significativo en la eficacia.

La importancia de la eficiencia en la perforación diamantina radica que la inversión de capital es de alto riesgo debido a la naturaleza incierta de encontrar un depósito mineral económicamente viable. Así mismo, se invierte más recursos en la perforación debido a que los depósitos son cada vez más profundos y ello aumenta los costos de la perforación, también se debe considerar la variabilidad del precio de los metales que complica la obtención de capital suficiente para el financiamiento de la exploración. Por lo tanto, un buen manejo de la eficiencia de la perforación diamantina ayuda a reducir el riesgo de pérdida económica.

La importancia de la calidad de la perforación diamantina radica en que los testigos de perforación diamantina preserven sus características litológicas y estructurales

para obtener el modelo geológico. Así mismo, una buena calidad del testigo de perforación diamantina facilita una mejor delimitación de intervalos de muestreo para los ensayos geoquímicos y con ello obtener el modelo de leyes y por consiguiente el cálculo de recursos.

La importancia de la eficacia radia en perforar más metros por día lo que permite avanzar más rápido en la identificación de recursos minerales y evaluar con mayor rapidez. Así mismo, perforar más rápido permite obtener una ventaja competitiva al identificar depósitos minerales antes que otras empresas y cuanto antes se completa la perforación diamantina, más rápido se puede pasar a la siguiente etapa de exploración, lo cual puede ser crucial para aprovechar las condiciones del mercado y así traer la atención de los inversionistas. Esto facilita el acceso a los fondos necesarios para la exploración minera.

4.3. Contrastación de hipótesis

Para realizar la prueba de hipótesis en la presente investigación se utilizará el estadístico de prueba (Z) considerando la naturaleza de los datos y se aplica la siguiente formula:

$$Z_p = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Z_p: Valor de prueba de hipótesis

\bar{x}_1 : Media del primer grupo

\bar{x}_2 : Media del segundo grupo

S₁: Desviación estándar del primer grupo

S₂: Desviación estándar del segundo grupo

Para la siguiente investigación se considera lo práctico y alcanzable un nivel de confianza de 90% y un nivel de significancia (α) de 10% para evaluar la significancia estadística. Lo que significa que para este estudio se acepta un 10% de probabilidad de cometer un error de tipo I es decir, rechazar incorrectamente la hipótesis nula cuando es verdadera.

Para la prueba de hipótesis implica dos hipótesis, la hipótesis nula y la hipótesis alterna y la descripción es la siguiente:

- Hipótesis nula H_0 : Es la afirmación inicial que se somete a la prueba, generalmente se establece como la afirmación de que no influye significativamente.
- Hipótesis alternativa H_a : Es la afirmación opuesta a la hipótesis nula, indica lo que el investigador está tratando de demostrar.

4.3.1. Contraste de hipótesis de la eficiencia

La media de la eficiencia de perforación antes de la implementación de la metodología Kaizen fue de 169.2 US\$/m con una desviación estándar de 22.1 US\$/m y la media después de la implementación de la metodología Kaizen es 145.5 US\$/m con una desviación estándar de 13.3 US\$/m.

Tabla 4.4 Análisis estadístico para la eficiencia de la perforación diamantina

Indicador	Número de muestras	Media (\bar{X})	Desviación estandar (s)
Eficiencia Pre Kaizen	3	169.2	22.1
Eficiencia post kaizen	3	145.5	13.3

Fuente: Elaboración Propia.

Formulación de hipótesis:

- Hipótesis nula H_0 : Mediante la implementación de la metodología Kaizen no se podrá mejorar la eficiencia de la perforación diamantina durante la exploración minera.
- hipótesis alternativa H_a : Mediante la implementación de la metodología Kaizen se podrá mejorar la eficiencia de la perforación diamantina durante la exploración minera.

Regla de decisión:

- H_0 : Media de la eficiencia pre Kaizen \leq Media de eficiencia post Kaizen
- H_a : Media de la eficiencia pre Kaizen $>$ Media de la eficiencia post Kaizen

Valor de prueba de hipótesis:

$$Z_p = \frac{169.2 - 145.5}{\sqrt{\frac{22.1^2}{3} + \frac{13.3^2}{3}}} = 1.60$$

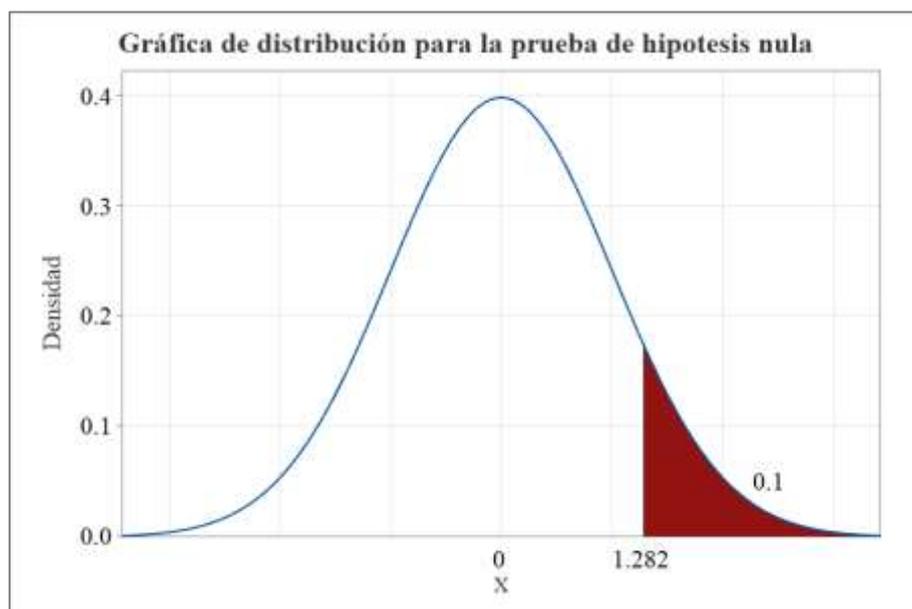


Figura 4.4 Prueba de hipótesis para la eficiencia de la perforación diamantina
Fuente: Elaboración Propia.

Considerando un nivel de confianza de 90% y un nivel de significancia del 10% se tiene el valor crítico (Z_c) de 1.282, así mismo al aplicar la formula del valor de prueba (Z_p) se determinó un valor de 1.60 el cual se ubica en la región de rechazo de la hipótesis nula. Con base en los resultados obtenidos se respalda la hipótesis alternativa, considerando que la implementación de la metodología Kaizen mejora la eficiencia de la perforación diamantina durante la exploración minera (Ver figura 4.4).

4.3.2. Contraste de hipótesis de la eficacia

La media de la eficacia de perforación antes de la implementación de la metodología Kaizen fue de 23.9 m/día y la media después de la implementación de la metodología Kaizen es 24.8 m/día.

Tabla 4.5 Análisis estadístico para la eficacia de la perforación diamantina

Indicador	Número de muestras	Media (\bar{x})	Desviación estandar (s)
Eficacia Pre Kaizen	3	23.9	7.1
Eficacia post kaizen	3	24.8	0.79

Fuente: Elaboración Propia.

Formulación de hipótesis:

- Hipótesis nula H_0 : Mediante la implementación de la metodología Kaizen no se podrá mejorar la eficacia de la perforación diamantina durante la exploración minera.
- hipótesis alternativa H_a : Mediante la implementación de la metodología Kaizen se podrá mejorar la eficacia de la perforación diamantina durante la exploración minera.

Regla de decisión:

- H_0 : Media de la eficacia pre Kaizen \geq Media de eficacia post Kaizen
- H_a : Media de la eficacia pre Kaizen $<$ Media de la eficacia post Kaizen

Valor de prueba de hipótesis:

$$Z_p = \frac{23.9 - 24.8}{\sqrt{\frac{7.1^2}{3} + \frac{0.79^2}{3}}} = -0.23$$

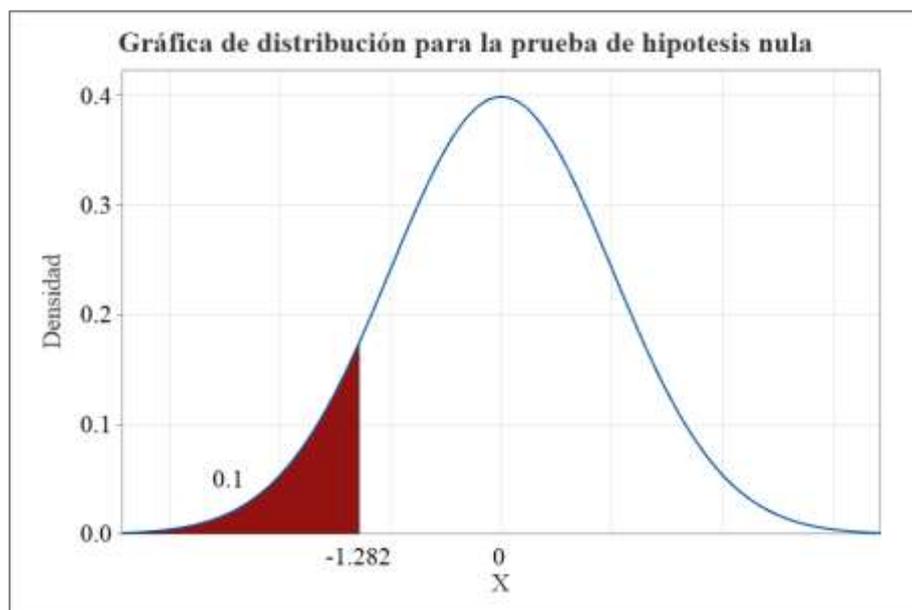


Figura 4.5 Prueba de hipótesis para la eficacia de la perforación diamantina

Fuente: Elaboración Propia.

Considerando un nivel de confianza de 90% y un nivel de significancia del 10% se tiene el valor crítico (Z_c) es -1.282 y así mismo se determinó un valor de prueba (Z_p) de -0.23 el cual se encuentra en la región de no rechazo de la hipótesis nula. Con base en los resultados obtenidos se respalda la hipótesis nula, considerando que la implementación de la metodología Kaizen no mejora la eficacia de la perforación diamantina durante la exploración minera (Ver figura 4.5).

4.3.3. Contraste de hipótesis de la calidad

La media de la calidad de perforación antes de la implementación de la metodología Kaizen fue de 91.4 % y la media después de la implementación de la metodología Kaizen es 97.2 %.

Tabla 4.6 Análisis estadístico para la calidad de la perforación diamantina

Indicador	Número de muestras	Media (\bar{X})	Desviación estandar (s)
Calidad pre Kaizen	3	91.4%	0.05
Calidad post Kaizen	3	97.2%	0.01

Fuente: Elaboración Propia.

Formulación de hipótesis:

- Hipótesis nula H_0 : Mediante la implementación de la metodología Kaizen no se podrá mejorar la calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera.
- hipótesis alternativa H_a : Mediante la implementación de la metodología Kaizen se podrá mejorar la calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera.

Regla de decisión:

- H_0 : Media de la calidad pre Kaizen \geq Media de calidad post Kaizen
- H_a : Media de la calidad pre Kaizen $<$ Media de la calidad post Kaizen

Valor de prueba de hipótesis:

$$Z_p = \frac{91.4 - 97.2}{\sqrt{\frac{0.05^2}{3} + \frac{0.01^2}{3}}} = -1.87$$

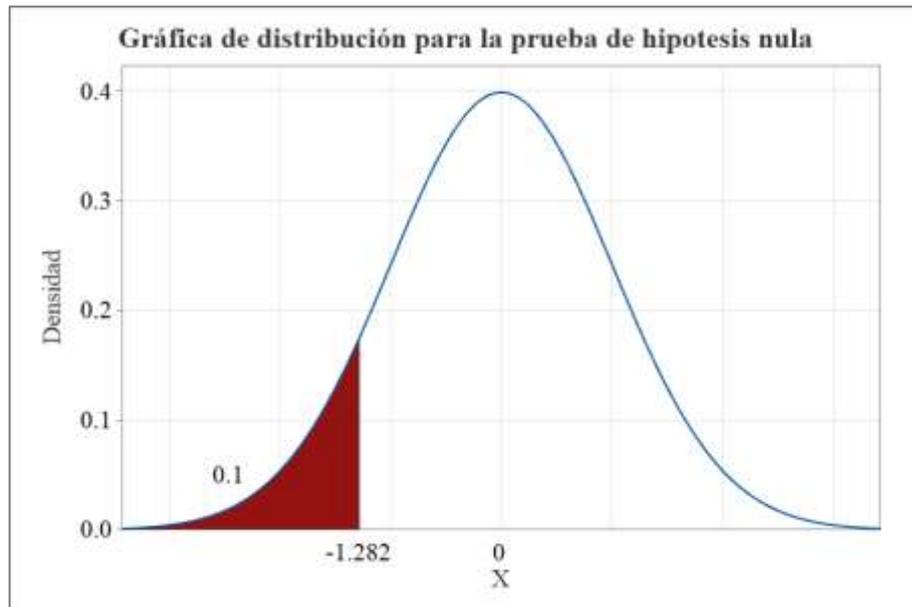


Figura 4.6 Prueba de hipótesis para la calidad de la perforación diamantina

Fuente: Elaboración Propia.

Considerando un nivel de confianza de 90% y un nivel de significancia del 10% se tiene el valor crítico (Z_c) es -1.282 a su vez se determinó el valor de prueba (Z_p) de -1.87 el cual se encuentra en la región de rechazo de la hipótesis nula. Con base en los resultados obtenidos se respalda la hipótesis alternativa, considerando que la implementación de la metodología Kaizen mejora la calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera (Ver figura 4.6).

CONCLUSIONES

- Los hallazgos respaldan el vínculo entre la eficiencia y la implementación de la metodología Kaizen, inicialmente se tuvo una eficiencia de 169 US\$/m y después de la implementación de la metodología Kaizen la eficiencia es de 145 US\$/m, logrando una disminución significativa en los costos de perforación.
- Según los resultados obtenidos de la eficacia con la implementación de la metodología Kaizen, que inicialmente fue de 24 m/día y después de la implementación de la metodología Kaizen es de 25 m/día, demuestra que la Metodología Kaizen influye levemente a la eficacia expresada en longitud de perforación por día.
- El impacto de la calidad de la perforación diamantina refleja la vinculación con la implementación de la metodología Kaizen, inicialmente la calidad fue de 91% y posterior a la implementación de la metodología Kaizen es de 97%, hay un buen incremento en términos de recuperación de los testigos de perforación diamantina.
- Al realizar el análisis de la baja eficiencia, baja eficacia y baja calidad de la perforación diamantina se identificaron las posibles causas por medio de la herramienta de Ishikawa, se definió las causas raíces utilizando la criticidad mostrada en el diagrama Pareto y se plantearon las soluciones lo cual generó un impacto positivo en los costos de perforación por metro, y la longitud de recuperación de los testigos de perforación diamantina. Pero hay un impacto leve en los metros perforados por día.
- Con la implementación de la metodología Kaizen en la perforación diamantina se logra estandarizar reportes, manuales, guías y protocolos que permiten una dinamizar el trabajo.

RECOMENDACIONES

- La metodología Kaizen alberga una serie de etapas, técnicas y herramientas en base a la experiencia de la implementación de la metodología Kaizen, se recomienda continuar con la implementación en la perforación diamantina del proyecto de exploración.
- Analizar otras causas de los problemas de baja eficacia de la perforación diamantina en la exploración minera, considerando la aleatoriedad del grado de fracturamiento de los tipos de rocas.
- Debido a los cambios en las diferentes actividades de la perforación diamantina, se recomienda una revisión constante de la eficiencia, eficacia y calidad de la perforación diamantina.
- Mantener la capacitación constante a los colaboradores de la empresa, considerando que la educación es el inicio de la mejora continua.
- Mantener un alto estándar de seguridad y salud en el trabajo desde un aspecto preventivo y de mejora continua para empoderar a los colaboradores, sabiendo que la metodología Kaizen se centra en las personas.
- Se recomienda una dosificación apropiada de los aditivos con un Ph neutro del agua para tener un adecuado lodo de perforación, así mismo, la correcta aplicación de las maniobras de perforación permitirá seguir mejorando la eficacia de la perforación diamantina en terrenos con fallas geológicas, agua, arcillas y rocas muy fracturadas.

BIBLIOGRAFIA

- Adyad, A. (2020). The Pareto Principle: Aplying the 80/20 Rule to Your Business. Middle East Journal of Business, 6-9. <https://doi.org/DOI:10.5742/MEJB.2021.93880>
- Armenia, A., Enache, I.-C., Valter, E.-N., & Raduica, F.-F. (2023). Increasing Energy Efficiency Based on the Kaizen Approach. Energies. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/en16041930>
- Ávila, R. (1997). Introducción a la Metodología de la Investigación. Lima, Peru.
- Becerra, J. A. (2021). Gestión de la perforación diamantina a traves de metodologias agiles (Scrum - Kanbam). Tesis, Pontificia universidad catolica del Perú, Lima.
- Bonilla, E., & Rodriguez, S. (2005). Más alla del dilema de los Métodos: La investigación en Ciencias Sociales. Bogotá: Norma.
- Bostwisk, G. J., & Kyte, N. S. (2005). Measurement Social Work: Research and Evaluation Quantitative and Qualitative Approach (Vol. 7). Nueva York, EE.UU.: Oxford University Press.
- Bunge, M. (1969). La investigación Científica. Su estrategia y su filosofía. Barcelona: Ariel S.A.
- Calderón, Y. P., & Alzamora, L. (2003). Metodología de la Investigación y Estadística aplicada a la investigación.
- Cerda, H. (1998). Los Elementos de la Investigación. Bogota: El Búho.
- Chagua, A., & Rodriguez, J. (2021). Implementación de la metodología Kaizen en el proceso de montaje de estructuras de la planta fotovoltaica Cauchari durante el año 2020. Tesis, Lima.

- Contreras, E., & Garcia, P. (2007). Importancia de las actividades de planificación, corte , manejo y análisis de los núcleos de perforación de pozos petroleros (Vol. Boletín IIE). Instituto de Investigaciones electricas.
- Gocht, W., Zantop, H., & Eggert, R. (1988). International Mineral Economic, Mineral Exploration, Mine Valuation, Mineral Markets, International Mineral Policies. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Grosfeld-Nir, A., Ronen, B., & Koslovsky, N. (2007). The Pareto managerial principle: when does it apply. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00207540600818203>
- Haldar, S. (2013). Mineral Exploration Principles and Applications. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Inc. <https://doi.org/978-0-12-416005-7>
- Henao, D., & Gelves, M. (2019). Aplicación de la metodología Kaizen a las operaciones en la mina en la empresa de explotación de cobre Miner S.A. Tesis, Medellín.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación (Sexta ed.). México D. F., México: McGraw-Hill.
- Imai, M. (1989). Kaizen la clave de la ventaja competitiva (Primera edición ed.). New York: Rondon House, Inc.
- Ishikawa, K. (1985). What is total quality control? The Japanese way. Prentice-Hall.
- Jones, O. W., Gold, J., & Claxton, J. (2021). Development of Kaizen series model: abducting a blend of participatory formats to enhance the development of process improvement practices. *Business Excellence*, 33, 947-973. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/14783363.2021.1911633>
- Leland, W. (2006). Revising the Pareto Chart. En L. Wilkinson, *The American Statistician* (Vol. 60, págs. 332-334). <https://doi.org/https://doi.org/10.1198/000313006X152243>

- Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2016). A Review of contribution factors and Challenges in implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. *Procedia Economic and Finance*, 35, 522-531. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(16\)00065-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)00065-4).
- Marjoribanks, R. (2010). *Geological Methods in Mineral Exploration and Mining*. Verlag Berling Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-74375-0>
- Medina, B. (2018). Metodología Kaizen para mejorar la productividad de los procesos en una fundidora de aluminio. Tesis, Huancayo.
- MINEN. (7 de Setiembre de 2023). Cartera de proyectos de exploración minera. <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/4009094-cartera-de-proyectos-de-exploracion-minera-2023>
- Osborn, A. (1953). *Applied imagination: Principles and procedures of creative thinking*. Charles Scribner's Sons.
- Pareto, V. (1896). *Cours d'économie politique*. Lausanne: F. Rouge.
- Prayuda, R. Z. (2020). Continuous Improvement Through Kaizen In An Automotive Industry. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 1, 37-42.
- Ralph C., C., & Leake, C. (2002). The Pareto principle in organizational decision making. En *Management Decision* (págs. 729-733). <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/00251740210437699>
- Sundararajan, N., & Terkar, R. (2022). Improving Productivity in fastener manufacturing throught the application of Lean-Kaizen principles. *Materialtoday: Proceedings*, 62, 1169-1178. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.350>.

Vara, Á. A. (2012). Desde la idea hasta la sustentación: 7 pasos para una tesis exitosa, desde la idea inicial hasta la sustentación. Lima: Universidad San Martín de Porras, Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos humanos.

ANEXOS

Anexo N° 1

Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO METODOLÓGICO
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable independiente (X)	Indicadores Independientes	Diseño Metodológico
¿Cómo influye la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la eficiencia, eficacia y calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera?	Determinar la influencia por la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la eficiencia, eficacia y calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera	Mediante la implementación de la metodología Kaizen, se podrá mejorar la eficiencia, eficacia y calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera.	X = Kaizen X1= Planificar X2= Hacer X3= Verificar X4= Actuar	X1= Desviación de tiempos X2= Mejora de procesos X3= Cumplimientos X3= Acciones correctivas de mejora continua	Tipo de investigación: Aplicada Nivel de Investigación: Explicativo Diseño de Investigación: Experimental de tipo Cuasi experimental Población = Muestra: 06 perforaciones diamantinas antes y después
Problema Específico	Objetivos Específicos	Hipótesis específicas	Variable Dependiente (Y)	Indicadores Dependientes	Corte de la investigación: Longitudinal Técnicas de recolección: Observación (Registro sistemático de datos de perforación, fichas técnicas, registro fotográfico) Instrumentos: Guía de observación (Excel para cuantificar las variables dependientes)
1. ¿Cómo influye la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la eficiencia de la perforación diamantina durante la exploración minera?	1. Determinar la influencia por la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la eficiencia de la perforación diamantina durante la exploración minera.	1. Mediante la implementación de la metodología Kaizen, se podrá mejorar la eficiencia de la perforación diamantina durante la exploración minera.	Y= Implementación de la metodología Kaizen para mejorar la eficiencia, eficacia y calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera. Y1= Costo Y2= Tiempo	Y1= Eficiencia de la perforación diamantina = Costo de perforación (\$) / Longitud de perforación (m)	
2. ¿Cómo influye la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la eficacia de la perforación diamantina durante la exploración minera?	2. Determinar la influencia por la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la eficacia de la perforación diamantina durante la exploración minera.	2. Mediante la implementación de la metodología Kaizen, se podrá mejorar la eficacia de la perforación diamantina durante la exploración minera.	Y3_Calidad	Y2= Eficacia de la perforación diamantina = Longitud de perforación (m) / día Y3= Calidad de la perforación diamantina = Longitud recuperada (m) / Longitud perforada (m) X 100	
3. ¿Cómo influye la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera?	3. Determinar la influencia por la implementación de la metodología Kaizen en la mejora de la calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera.	3. Mediante la implementación de la metodología Kaizen, se podrá mejorar la calidad de la perforación diamantina durante la exploración minera.			

Anexo N° 2

Formato de reporte de perforación diamantina

Explomin		REPORTE DIARIO DE PERFORACION								
CONTRATO		FECHA: 24/04/2023								
PROYECTO: MINERO		SONDAJE NO.: DDH-001								
MAQUINA: DE 710_07		TURNO: DIA								
CONTRATA: EXPLOMIN DEL PERU S.A		INICIO: 07:00-AM								
RESUMEN DE OPERACIÓN		INCLINACION: 70								
		PROF. PROGRAMADA: 900								
Se estandariza y se comienza la perforacion										
REPORTE DE SEGURIDAD:				CHARLA/CAPACITACION				DURACION		10 MINUTOS
				HOJA HDSM SANDRILL						
HORAS DE OPERACIÓN (PAGABLES X)										
	CONTRATA	CIA	TIPO	TAMAÑO	SERIE	CODIGO	DESDE	HASTA	ACUMULADO	
1			BROCA	HQ3	4-6	1033434-04	0.00	3.90	3.90	
2			ZAPATA	HWT			0.00	0.00	0.00	
3			R. SHELL	HQ		F-5141	0.00	3.90	3.90	
4			Barel completo	PWT					0.00	
5			CONTROL DE PERFORACION (AVANCES):							
6			DE	A	SOBRANTE	LONG TUBERIA	MUESTRA RECUP.	HOROMETRO	METROS PERF.	
7	1.00		0.00	3.90	0.00	17.60	3.90	25.1	3.90	
8			LEVANTAMIENTO(LECTURA DE MEDICION):							
9			PROFUNDIDAD	1	2	3	4	5	6	
10			AZIMUT							
11			INCLINACIÓN							
12			MATERIAL Y CONSUMIBLES							
13			Partida	NOMBRE		Unidad	Almacen	Uso	FINAL	
14			1	Aus Gel Xstra						
15			2	Bentonita						
16			3	CR 650 DP-610		BALDE				
17			4	Ezee Trol AMC						
18			5	K-Ion						
19			6	Platinum Pac						
20			7	Super Lube						
21			8	Magma Fiber fine						
22			9	Thread Grease ZN-50						
23			10	Liquid Rod Grease						
24			11	Max Gel						
25			12	Kwik Plug 3/8						
26			13	Poly Plus RD						
27			14	Hibtrol						
28			15	Kla Gard						
29			16	Black Fury						
30			17	Rod Lube N						
31			18	Drilling Paper						
32			19	PH control		BALDE		1		
33			20	Poly Xpand						
34			21	OTROS (PH ESTABILIZER)						
35				DD 3000		BALDE		1		
36				DD Xpand fino		BALDE				
37				DD Xpand grueso		BALDE				
38				Sand drill		BALDE		1		
39				Torqueless		BALDE		1		
40			1	ABSORBENTE (ROLLO)						
41			2	ACEITE HIDRÁULICO						
42			3	ACEITE TRANSMISIÓN						
43			4	ACEITE MOTOR						
44			5	GRASA						
45			6	DIESEL						
46			7	OTROS		TORQUE GUARD				
47			PERSONAL DE TURNO				CARGO	HRS		
48			1	PEDRO REVILLA		PERFORISTA	12			
49			2	MICHEL ZAPATA		AYUDANTE	12			
50			3	OSWAR JAMBO		AYUDANTE	12			
51			4	MARTIN PANLLO		SUPERVISOR	12			
52			EQUIPO EMPLEADOS				MODELO/SERIE	HRS		
53			1	BOMBA		LISTER PETER	12.0			
54			2	CISTERNA						
55			3	GRUA						
56			4	LUMINARIA		RL 4000				
57			5							
58			6							
59			OTRAS MEDIDAS				ITEM	UNIDAD	Cantidad	
60			1							
61			2							
62			3							
63			4							
64			5							
65			ACTUALIZACIÓN DE BITÁCORA A FIN DE TURNO							
66			REALIZA INVENTARIO EN TURNO:		SI	NO	FIRMAS			
OBSERVACIONES ADICIONALES:			EXPLOMIN DEL PERU S.A				COMPAÑIA DE EXPLORACION MINERA			
Se tiene el VB* de Exploraciones para empezar sondaje a las 16:30 Hrs.			VoBo Supervisor				VoBo Supervisor			

Anexo N° 3

Valorización del sondaje DDH-001

Item 1.00	Actividades preliminares	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
1.10	Movilización Lima - Unidad minera	Global/unidad	\$6,000.00	0.00	\$0.00
1.20	Desmovilización Unidad Minera - Lima	Global/unidad	\$6,000.00	0.00	\$0.00
2.20	Movilización y desmovilización por Rod feeder	Global/unidad	\$4,000.00	0.00	\$0.00
3.20	Exámenes médicos, inducción de personal por equipo de perforación (7 días)	Global	\$7,829.96	0.00	\$0.00

Item 2.00	Maniobras de perforación, otros	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
2.01	Acondicionamiento de pozo	Hora	\$75.00	32.50	\$ 2,437.50
2.02	Rimado	metros	\$75.00	42.50	\$ 3,187.50
2.03	Instalación y Retiro de Casing P/HWT	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.04	Instalación y Retiro de Casing HQ	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.05	Recuperación de tubería por atrapamiento	Hora	\$75.00	24.50	\$ 1,837.50
2.06	Reingreso de pozos	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.07	Cementado de pozos	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.08	Reperforación	metros	\$75.00	52.10	\$ 3,907.50
2.09	Movimiento entre plataformas	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.10	Otras horas operativas (mediciones survey)	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.11	Stand by Generado por el cliente	Hora	\$50.00	11.00	\$ 550.00
2.12	Stand by por Condiciones Climáticas	Hora	\$50.00	2.50	\$ 125.00
2.13	Stand by Social	Hora	\$50.00	24.00	\$ 1,200.00
2.14	Alquiler camión (es) de agua (incluye operadores)	Hora	\$10,000.00	0.00	\$ 0.00
2.15	Alquiler bomba de agua + 1.5 km de tuberías por máquina	Mes	\$3,500.00	1.00	\$ 3,500.00
2.16	Alquiler cisterna de combustible (incluye operadores)	Mes	\$1,650.00	1.00	\$ 1,650.00
2.17	Alquiler camión grúa (incluye operadores y rigger)	Hora	\$48.00	0.00	\$ 0.00
2.18	Alquiler Luminarias	Mes	\$750.00	1.00	\$ 750.00
	Materiales perdidos (según lista)	Unidad	según lista		

Item 3.00	Perforación diamantada	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
3.01	HQ3 0.00 - 100	Metros	\$88.50	100.90	\$ 8,929.65
3.02	HQ3 101 - 200	Metros	\$91.50	100.60	\$ 9,204.90
3.03	HQ3 201 - 300	Metros	\$94.50	99.25	\$ 9,379.13
3.04	HQ3 301 - 400	Metros	\$97.50	99.65	\$ 9,715.88
3.05	HQ3 401 - 500	Metros	\$100.50	35.50	\$ 3,567.75
3.06	HQ3 501 - 600	Metros	\$103.50	0.00	\$ 0.00
3.07	HQ3 601 - 700	Metros	\$106.50	0.00	\$ 0.00
3.08	HQ3 701 - 800	Metros	\$109.50	0.00	\$ 0.00
3.09	HQ3 801 - 900	Metros	\$112.50	0.00	\$ 0.00
3.10	NQ3 0.00 - 100	Metros	\$80.00	0.00	\$ 0.00
3.11	NQ3 101 - 200	Metros	\$84.00	0.00	\$ 0.00
3.12	NQ3 201 - 300	Metros	\$88.00	0.00	\$ 0.00
3.13	NQ3 301 - 400	Metros	\$94.00	0.00	\$ 0.00
3.14	NQ3 401 - 500	Metros	\$98.00	0.00	\$ 0.00
3.15	NQ3 501 - 600	Metros	\$102.00	104.30	\$ 10,638.60
3.16	NQ3 601 - 700	Metros	\$105.00	0.00	\$ 0.00
3.17	NQ3 701 - 800	Metros	\$108.00	0.00	\$ 0.00
3.18	NQ3 801 - 900	Metros	\$111.00	0.00	\$ 0.00
3.19	NQ3 901 - 1000	Metros	\$114.00	0.00	\$ 0.00
3.20	NQ3 1001 - 1100	Metros	\$117.00	0.00	\$ 0.00
3.21	NQ3 1101 - 1200	Metros	\$120.00	0.00	\$ 0.00
3.22	PQ3 0.00 - 100	Metros	\$102.00	0.00	\$ 0.00
3.23	PQ3 101 - 200	Metros	\$105.00	0.00	\$ 0.00
3.24	PQ3 201 - 300	Metros	\$108.00	0.00	\$ 0.00
3.27	Tricono HQ 0.00 - 100	Metros	\$76.00	0.00	\$ 0.00
3.28	Tricono HQ 101 - 200	Metros	\$81.00	0.00	\$ 0.00
3.29	Tricono HQ 201 - 300	Metros	\$86.00	0.00	\$ 0.00
3.31	Tricono PQ 0.00 - 100	Metros	\$86.00	0.00	\$ 0.00
3.32	Tricono PQ 101 - 200	Metros	\$90.00	0.00	\$ 0.00

				Total =	\$70,580.90
				I.G.V. 18% =	\$ 12,704.56
				Total Valoriz. =	\$ 83,285.46

Anexo N° 4

Valorización del sondaje DDH-002

Item 1.00	Actividades preliminares	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
1.10	Movilización Lima - Unidad minera	Global/unidad	\$6,000.00	0.00	\$0.00
1.20	Desmovilización Unidad Minera - Lima	Global/unidad	\$6,000.00	0.00	\$0.00
2.20	Movilización y desmovilización por Rod feeder	Global/unidad	\$4,000.00	0.00	\$0.00
3.20	Exámenes médicos, inducción de personal por equipo de perforación (7 días)	Global	\$7,829.96	0.00	\$0.00

Item 2.00	Maniobras de perforación, otros	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
2.01	Acondicionamiento de pozo	Hora	\$75.00	56.50	\$ 4,237.50
2.02	Rimado	metros	\$75.00	3.00	\$ 225.00
2.03	Instalación y Retiro de Casing P/HWT	Hora	\$75.00	3.50	\$ 262.50
2.04	Instalación y Retiro de Casing HQ	Hora	\$75.00	10.00	\$ 750.00
2.05	Recuperación de tubería por atrapamiento	Hora	\$75.00	122.00	\$ 9,150.00
2.06	Reingreso de pozos	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.07	Cementado de pozos	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.08	Reperforación	metros	\$75.00	28.00	\$ 2,100.00
2.09	Movimiento entre plataformas	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.10	Otras horas operativas (mediciones survey)	Hora	\$75.00	8.50	\$ 637.50
2.11	Stand by Generado por el cliente	Hora	\$50.00	11.00	\$ 550.00
2.12	Stand by por Condiciones Climáticas	Hora	\$50.00	3.00	\$ 150.00
2.13	Stand by Social	Hora	\$50.00	0.00	\$ 0.00
2.14	Alquiler camión (es) de agua (incluye operadores)	Hora	\$10,000.00	0.00	\$ 0.00
2.15	Alquiler bomba de agua + 1.5 km de tuberías por máquina	Mes	\$3,500.00	12.00	\$ 42,000.00
2.16	Alquiler cisterna de combustible (incluye operadores)	Mes	\$1,650.00	0.00	\$ 0.00
2.17	Alquiler camión grúa (incluye operadores y rigger)	Hora	\$48.00	0.00	\$ 0.00
2.18	Alquiler Luminarias	Mes	\$750.00	0.00	\$ 0.00
	Materiales perdidos (según lista)	Unidad	según lista		

Item 3.00	Perforación diamantada	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
3.01	HQ3 0.00 - 100	Metros	\$88.50	100.00	\$ 8,850.00
3.02	HQ3 101 - 200	Metros	\$91.50	104.40	\$ 9,552.60
3.03	HQ3 201 - 300	Metros	\$94.50	96.30	\$ 9,100.35
3.04	HQ3 301 - 400	Metros	\$97.50	99.20	\$ 9,672.00
3.05	HQ3 401 - 500	Metros	\$100.50	151.65	\$ 15,240.83
3.06	HQ3 501 - 600	Metros	\$103.50	0.00	\$ 0.00
3.07	HQ3 601 - 700	Metros	\$106.50	0.00	\$ 0.00
3.08	HQ3 701 - 800	Metros	\$109.50	0.00	\$ 0.00
3.09	HQ3 801 - 900	Metros	\$112.50	0.00	\$ 0.00
3.10	NQ3 0.00 - 100	Metros	\$80.00	0.00	\$ 0.00
3.11	NQ3 101 - 200	Metros	\$84.00	0.00	\$ 0.00
3.12	NQ3 201 - 300	Metros	\$88.00	0.00	\$ 0.00
3.13	NQ3 301 - 400	Metros	\$94.00	0.00	\$ 0.00
3.14	NQ3 401 - 500	Metros	\$98.00	0.00	\$ 0.00
3.15	NQ3 501 - 600	Metros	\$102.00	341.87	\$ 34,870.74
3.16	NQ3 601 - 700	Metros	\$105.00	0.00	\$ 0.00
3.17	NQ3 701 - 800	Metros	\$108.00	0.00	\$ 0.00
3.18	NQ3 801 - 900	Metros	\$111.00	0.00	\$ 0.00
3.19	NQ3 901 - 1000	Metros	\$114.00	0.00	\$ 0.00
3.20	NQ3 1001 - 1100	Metros	\$117.00	0.00	\$ 0.00
3.21	NQ3 1101 - 1200	Metros	\$120.00	0.00	\$ 0.00
3.22	PQ3 0.00 - 100	Metros	\$102.00	0.00	\$ 0.00
3.23	PQ3 101 - 200	Metros	\$105.00	0.00	\$ 0.00
3.24	PQ3 201 - 300	Metros	\$108.00	0.00	\$ 0.00
3.27	Tricono HQ 0.00 - 100	Metros	\$76.00	0.00	\$ 0.00
3.28	Tricono HQ 101 - 200	Metros	\$81.00	0.00	\$ 0.00
3.29	Tricono HQ 201 - 300	Metros	\$86.00	0.00	\$ 0.00
3.31	Tricono PQ 0.00 - 100	Metros	\$86.00	0.00	\$ 0.00
3.32	Tricono PQ 101 - 200	Metros	\$90.00	0.00	\$ 0.00

				Total =	\$147,349.02
				I.G.V. 18% =	\$ 26,522.82
				Total Valoriz. =	\$ 173,871.84

Anexo N° 5

Valorización del sondaje DDH-003

Item 1.00	Actividades preliminares	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
1.10	Movilización Lima - Unidad minera	Global/unidad	\$6,000.00	9.00	\$0.00
1.20	Desmovilización Unidad Minera - Lima	Global/unidad	\$6,000.00	0.00	\$0.00
2.20	Movilización y desmovilización por Rod feeder	Global/unidad	\$4,000.00	0.00	\$0.00
3.20	Exámenes médicos, inducción de personal por equipo de perforación (7 días)	Global	\$7,829.96	0.00	\$0.00

Item 2.00	Maniobras de perforación, otros	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
2.01	Acondicionamiento de pozo	Hora	\$75.00	17.00	\$ 1,275.00
2.02	Rimado	metros	\$75.00	17.50	\$ 1,312.50
2.03	Instalación y Retiro de Casing P/HWT	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.04	Instalación y Retiro de Casing HQ	Hora	\$75.00	1.50	\$ 112.50
2.05	Recuperación de tubería por atrapamiento	Hora	\$75.00	151.50	\$ 11,362.50
2.06	Reingreso de pozos	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.07	Cementado de pozos	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.08	Reperforación	metros	\$75.00	33.50	\$ 2,512.50
2.09	Movimiento entre plataformas	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.10	Otras horas operativas (mediciones survey)	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.11	Stand by Generado por el cliente	Hora	\$50.00	10.00	\$ 500.00
2.12	Stand by por Condiciones Climáticas	Hora	\$50.00	2.00	\$ 100.00
2.13	Stand by Social	Hora	\$50.00	0.00	\$ 0.00
2.14	Alquiler camión (es) de agua (incluye operadores)	Hora	\$10,000.00	0.00	\$ 0.00
2.15	Alquiler bomba de agua + 1.5 km de tuberías por máquina	Mes	\$3,500.00	0.00	\$ 0.00
2.16	Alquiler cisterna de combustible (incluye operadores)	Mes	\$1,650.00	0.00	\$ 0.00
2.17	Alquiler camión grúa (incluye operadores y rigger)	Hora	\$48.00	0.00	\$ 0.00
2.18	Alquiler Luminarias	Mes	\$750.00	0.00	\$ 0.00
	Materiales perdidos (según lista)	Unidad	según lista		

Item 3.00	Perforación diamantina	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
3.01	HQ3 0.00 - 100	Metros	\$88.50	100.00	\$ 8,850.00
3.02	HQ3 101 - 200	Metros	\$91.50	100.00	\$ 9,150.00
3.03	HQ3 201 - 300	Metros	\$94.50	100.00	\$ 9,450.00
3.04	HQ3 301 - 400	Metros	\$97.50	111.40	\$ 10,861.50
3.05	HQ3 401 - 500	Metros	\$100.50	0.00	\$ 0.00
3.06	HQ3 501 - 600	Metros	\$103.50	0.00	\$ 0.00
3.07	HQ3 601 - 700	Metros	\$106.50	0.00	\$ 0.00
3.08	HQ3 701 - 800	Metros	\$109.50	0.00	\$ 0.00
3.09	HQ3 801 - 900	Metros	\$112.50	0.00	\$ 0.00
3.10	NQ3 0.00 - 100	Metros	\$80.00	0.00	\$ 0.00
3.11	NQ3 101 - 200	Metros	\$84.00	0.00	\$ 0.00
3.12	NQ3 201 - 300	Metros	\$88.00	0.00	\$ 0.00
3.13	NQ3 301 - 400	Metros	\$94.00	0.00	\$ 0.00
3.14	NQ3 401 - 500	Metros	\$98.00	0.00	\$ 0.00
3.15	NQ3 501 - 600	Metros	\$102.00	0.00	\$ 0.00
3.16	NQ3 601 - 700	Metros	\$105.00	0.00	\$ 0.00
3.17	NQ3 701 - 800	Metros	\$108.00	0.00	\$ 0.00
3.18	NQ3 801 - 900	Metros	\$111.00	0.00	\$ 0.00
3.19	NQ3 901 - 1000	Metros	\$114.00	0.00	\$ 0.00
3.20	NQ3 1001 - 1100	Metros	\$117.00	0.00	\$ 0.00
3.21	NQ3 1101 - 1200	Metros	\$120.00	0.00	\$ 0.00
3.22	PQ3 0.00 - 100	Metros	\$102.00	0.00	\$ 0.00
3.23	PQ3 101 - 200	Metros	\$105.00	0.00	\$ 0.00
3.24	PQ3 201 - 300	Metros	\$108.00	0.00	\$ 0.00
3.27	Tricono HQ 0.00 - 100	Metros	\$76.00	0.00	\$ 0.00
3.28	Tricono HQ 101 - 200	Metros	\$81.00	0.00	\$ 0.00
3.29	Tricono HQ 201 - 300	Metros	\$86.00	0.00	\$ 0.00
3.31	Tricono PQ 0.00 - 100	Metros	\$86.00	0.00	\$ 0.00
3.32	Tricono PQ 101 - 200	Metros	\$90.00	0.00	\$ 0.00

				Total =	\$55,486.50
				I.G.V. 18% =	\$ 9,987.57
				Total Valoriz. =	\$ 65,474.07

Anexo N° 6

Valorización del sondaje DDH-004

Item 1.00	Actividades preliminares	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
1.10	Movilización Lima - Unidad minera	Global/unidad	\$6,000.00	4.50	\$0.00
1.20	Desmovilización Unidad Minera - Lima	Global/unidad	\$6,000.00	0.00	\$0.00
2.20	Movilización y desmovilización por Rod feeder	Global/unidad	\$4,000.00	0.00	\$0.00
3.20	Exámenes médicos, inducción de personal por equipo de perforación (7 días)	Global	\$7,829.96	0.00	\$0.00

Item 2.00	Maniobras de perforación, otros	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
2.01	Acondicionamiento de pozo	Hora	\$75.00	97.50	\$ 7,312.50
2.02	Rimado	metros	\$75.00	15.50	\$ 1,162.50
2.03	Instalación y Retiro de Casing P/HWT	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.04	Instalación y Retiro de Casing HQ	Hora	\$75.00	12.50	\$ 937.50
2.05	Recuperación de tubería por atrapamiento	Hora	\$75.00	146.50	\$ 10,987.50
2.06	Reingreso de pozos	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.07	Cementado de pozos	Hora	\$75.00	70.00	\$ 5,250.00
2.08	Reperforación	metros	\$75.00	57.00	\$ 4,275.00
2.09	Movimiento entre plataformas	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.10	Otras horas operativas (mediciones survey)	Hora	\$75.00	1.00	\$ 75.00
2.11	Stand by Generado por el cliente	Hora	\$50.00	48.50	\$ 2,425.00
2.12	Stand by por Condiciones Climáticas	Hora	\$50.00	26.00	\$ 1,300.00
2.13	Stand by Social	Hora	\$50.00	0.00	\$ 0.00
2.14	Alquiler camión (es) de agua (incluye operadores)	Hora	\$10,000.00	0.00	\$ 0.00
2.15	Alquiler bomba de agua + 1.5 km de tuberías por máquina	Mes	\$3,500.00	0.00	\$ 0.00
2.16	Alquiler cisterna de combustible (incluye operadores)	Mes	\$1,650.00	0.00	\$ 0.00
2.17	Alquiler camión grúa (incluye operadores y rigger)	Hora	\$48.00	0.00	\$ 0.00
2.18	Alquiler Luminarias	Mes	\$750.00	0.00	\$ 0.00
	Materiales perdidos (según lista)	Unidad	según lista		

Item 3.00	Perforación diamantada	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
3.01	HQ3 0.00 - 100	Metros	\$88.50	101.40	\$ 8,973.90
3.02	HQ3 101 - 200	Metros	\$91.50	100.20	\$ 9,168.30
3.03	HQ3 201 - 300	Metros	\$94.50	84.94	\$ 8,026.83
3.04	HQ3 301 - 400	Metros	\$97.50	115.06	\$ 11,218.35
3.05	HQ3 401 - 500	Metros	\$100.50	99.10	\$ 9,959.55
3.06	HQ3 501 - 600	Metros	\$103.50	0.00	\$ 0.00
3.07	HQ3 601 - 700	Metros	\$106.50	0.00	\$ 0.00
3.08	HQ3 701 - 800	Metros	\$109.50	0.00	\$ 0.00
3.09	HQ3 801 - 900	Metros	\$112.50	0.00	\$ 0.00
3.10	NQ3 0.00 - 100	Metros	\$80.00	0.00	\$ 0.00
3.11	NQ3 101 - 200	Metros	\$84.00	0.00	\$ 0.00
3.12	NQ3 201 - 300	Metros	\$88.00	0.00	\$ 0.00
3.13	NQ3 301 - 400	Metros	\$94.00	0.00	\$ 0.00
3.14	NQ3 401 - 500	Metros	\$98.00	0.00	\$ 0.00
3.15	NQ3 501 - 600	Metros	\$102.00	488.95	\$ 49,872.90
3.16	NQ3 601 - 700	Metros	\$105.00	0.00	\$ 0.00
3.17	NQ3 701 - 800	Metros	\$108.00	0.00	\$ 0.00
3.18	NQ3 801 - 900	Metros	\$111.00	0.00	\$ 0.00
3.19	NQ3 901 - 1000	Metros	\$114.00	0.00	\$ 0.00
3.20	NQ3 1001 - 1100	Metros	\$117.00	0.00	\$ 0.00
3.21	NQ3 1101 - 1200	Metros	\$120.00	0.00	\$ 0.00
3.22	PQ3 0.00 - 100	Metros	\$102.00	0.00	\$ 0.00
3.23	PQ3 101 - 200	Metros	\$105.00	0.00	\$ 0.00
3.24	PQ3 201 - 300	Metros	\$108.00	0.00	\$ 0.00
3.27	Tricono HQ 0.00 - 100	Metros	\$76.00	0.00	\$ 0.00
3.28	Tricono HQ 101 - 200	Metros	\$81.00	0.00	\$ 0.00
3.29	Tricono HQ 201 - 300	Metros	\$86.00	0.00	\$ 0.00
3.31	Tricono PQ 0.00 - 100	Metros	\$86.00	0.00	\$ 0.00
3.32	Tricono PQ 101 - 200	Metros	\$90.00	0.00	\$ 0.00

				Total =	\$130,944.83
				I.G.V. 18% =	\$ 23,570.07
				Total Valoriz. =	\$ 154,514.90

Anexo N° 7

Valorización del sondaje DDH-005

Item 1.00	Actividades preliminares	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
1.10	Movilización Lima - Unidad minera	Global/unidad	\$6,000.00	2.00	\$0.00
1.20	Desmovilización Unidad Minera - Lima	Global/unidad	\$6,000.00	0.00	\$0.00
2.20	Movilización y desmovilización por Rod feeder	Global/unidad	\$4,000.00	0.00	\$0.00
3.20	Exámenes médicos, inducción de personal por equipo de perforación (7 días)	Global	\$7,829.96	0.00	\$0.00

Item 2.00	Maniobras de perforación, otros	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
2.01	Acondicionamiento de pozo	Hora	\$75.00	45.50	\$ 3,412.50
2.02	Rimado	metros	\$75.00	10.00	\$ 750.00
2.03	Instalación y Retiro de Casing P/HWT	Hora	\$75.00	4.50	\$ 337.50
2.04	Instalación y Retiro de Casing HQ	Hora	\$75.00	47.00	\$ 3,525.00
2.05	Recuperación de tubería por atrapamiento	Hora	\$75.00	105.00	\$ 7,875.00
2.06	Reingreso de pozos	Hora	\$75.00	1.00	\$ 75.00
2.07	Cementado de pozos	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.08	Reperforación	metros	\$75.00	9.50	\$ 712.50
2.09	Movimiento entre plataformas	Hora	\$75.00	1.50	\$ 112.50
2.10	Otras horas operativas (mediciones survey)	Hora	\$75.00	3.00	\$ 225.00
2.11	Stand by Generado por el cliente	Hora	\$50.00	140.50	\$ 7,025.00
2.12	Stand by por Condiciones Climáticas	Hora	\$50.00	15.00	\$ 750.00
2.13	Stand by Social	Hora	\$50.00	0.00	\$ 0.00
2.14	Alquiler camión (es) de agua (incluye operadores)	Hora	\$10,000.00	0.00	\$ 0.00
2.15	Alquiler bomba de agua + 1.5 km de tuberías por máquina	Mes	\$3,600.00	0.00	\$ 0.00
2.16	Alquiler cisterna de combustible (incluye operadores)	Mes	\$1,650.00	0.00	\$ 0.00
2.17	Alquiler camión grúa (incluye operadores y rigger)	Hora	\$48.00	0.00	\$ 0.00
2.18	Alquiler Luminarias	Mes	\$750.00	0.00	\$ 0.00
	Materiales perdidos (según lista)	Unidad	según lista		

Item 3.00	Perforación diamantada	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
3.01	HQ3 0.00 - 100	Metros	\$88.50	101.60	\$ 8,991.60
3.02	HQ3 101 - 200	Metros	\$91.50	98.40	\$ 9,003.60
3.03	HQ3 201 - 300	Metros	\$94.50	100.00	\$ 9,450.00
3.04	HQ3 301 - 400	Metros	\$97.50	100.00	\$ 9,750.00
3.05	HQ3 401 - 500	Metros	\$100.50	100.00	\$ 10,050.00
3.06	HQ3 501 - 600	Metros	\$103.50	0.00	\$ 0.00
3.07	HQ3 601 - 700	Metros	\$106.50	0.00	\$ 0.00
3.08	HQ3 701 - 800	Metros	\$109.50	0.00	\$ 0.00
3.09	HQ3 801 - 900	Metros	\$112.50	0.00	\$ 0.00
3.10	NQ3 0.00 - 100	Metros	\$80.00	0.00	\$ 0.00
3.11	NQ3 101 - 200	Metros	\$84.00	0.00	\$ 0.00
3.12	NQ3 201 - 300	Metros	\$88.00	0.00	\$ 0.00
3.13	NQ3 301 - 400	Metros	\$94.00	0.00	\$ 0.00
3.14	NQ3 401 - 500	Metros	\$98.00	0.00	\$ 0.00
3.15	NQ3 501 - 600	Metros	\$102.00	347.40	\$ 35,434.80
3.16	NQ3 601 - 700	Metros	\$105.00	0.00	\$ 0.00
3.17	NQ3 701 - 800	Metros	\$108.00	0.00	\$ 0.00
3.18	NQ3 801 - 900	Metros	\$111.00	0.00	\$ 0.00
3.19	NQ3 901 - 1000	Metros	\$114.00	0.00	\$ 0.00
3.20	NQ3 1001 - 1100	Metros	\$117.00	0.00	\$ 0.00
3.21	NQ3 1101 - 1200	Metros	\$120.00	0.00	\$ 0.00
3.22	PQ3 0.00 - 100	Metros	\$102.00	0.00	\$ 0.00
3.23	PQ3 101 - 200	Metros	\$105.00	0.00	\$ 0.00
3.24	PQ3 201 - 300	Metros	\$108.00	0.00	\$ 0.00
3.27	Tricono HQ 0.00 - 100	Metros	\$76.00	0.00	\$ 0.00
3.28	Tricono HQ 101 - 200	Metros	\$81.00	0.00	\$ 0.00
3.29	Tricono HQ 201 - 300	Metros	\$86.00	0.00	\$ 0.00
3.31	Tricono PQ 0.00 - 100	Metros	\$86.00	0.00	\$ 0.00
3.32	Tricono PQ 101 - 200	Metros	\$90.00	0.00	\$ 0.00

				Total =	\$107,480.00
				I.G.V. 18% =	\$ 19,346.40
				Total Valoriz. =	\$ 126,826.40

Anexo N° 8

Valorización del sondaje DDH-006

Item 1.00	Actividades preliminares	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
1.10	Movilización Lima - Unidad minera	Global/unidad	\$6,000.00	11.50	\$0.00
1.20	Desmovilización Unidad Minera - Lima	Global/unidad	\$6,000.00	0.00	\$0.00
2.20	Movilización y desmovilización por Rod feeder	Global/unidad	\$4,000.00	0.00	\$0.00
3.20	Exámenes médicos, inducción de personal por equipo de perforación (7 días)	Global	\$7,829.96	0.00	\$0.00

Item 2.00	Maniobras de perforación, otros	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
2.01	Acondicionamiento de pozo	Hora	\$75.00	50.50	\$ 3,787.50
2.02	Rimado	metros	\$75.00	10.50	\$ 787.50
2.03	Instalación y Retiro de Casing P/HWT	Hora	\$75.00	3.50	\$ 262.50
2.04	Instalación y Retiro de Casing HQ	Hora	\$75.00	30.00	\$ 2,250.00
2.05	Recuperación de tubería por atrapamiento	Hora	\$75.00	27.50	\$ 2,062.50
2.06	Reingreso de pozos	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.07	Cementado de pozos	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.08	Reperforación	metros	\$75.00	2.00	\$ 150.00
2.09	Movimiento entre plataformas	Hora	\$75.00	0.00	\$ 0.00
2.10	Otras horas operativas (mediciones survey)	Hora	\$75.00	3.50	\$ 262.50
2.11	Stand by Generado por el cliente	Hora	\$50.00	13.00	\$ 650.00
2.12	Stand by por Condiciones Climáticas	Hora	\$50.00	25.00	\$ 1,250.00
2.13	Stand by Social	Hora	\$50.00	0.00	\$ 0.00
2.14	Alquiler camión (es) de agua (incluye operadores)	Hora	\$10,000.00	0.00	\$ 0.00
2.15	Alquiler bomba de agua + 1.5 km de tuberías por máquina	Mes	\$3,500.00	0.00	\$ 0.00
2.16	Alquiler cisterna de combustible (incluye operadores)	Mes	\$1,650.00	0.00	\$ 0.00
2.17	Alquiler camión grúa (incluye operadores y rigger)	Hora	\$48.00	0.00	\$ 0.00
2.18	Alquiler Luminarias	Mes	\$750.00	0.00	\$ 0.00
	Materiales perdidos (según lista)	Unidad	según lista		

Item 3.00	Perforación diamantada	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
3.01	HQ3 0.00 - 100	Metros	\$88.50	100.00	\$ 8,850.00
3.02	HQ3 101 - 200	Metros	\$91.50	100.00	\$ 9,150.00
3.03	HQ3 201 - 300	Metros	\$94.50	100.00	\$ 9,450.00
3.04	HQ3 301 - 400	Metros	\$97.50	100.00	\$ 9,750.00
3.05	HQ3 401 - 500	Metros	\$100.50	100.00	\$ 10,050.00
3.06	HQ3 501 - 600	Metros	\$103.50	0.00	\$ 0.00
3.07	HQ3 601 - 700	Metros	\$106.50	0.00	\$ 0.00
3.08	HQ3 701 - 800	Metros	\$109.50	0.00	\$ 0.00
3.09	HQ3 801 - 900	Metros	\$112.50	0.00	\$ 0.00
3.10	NQ3 0.00 - 100	Metros	\$80.00	0.00	\$ 0.00
3.11	NQ3 101 - 200	Metros	\$84.00	0.00	\$ 0.00
3.12	NQ3 201 - 300	Metros	\$88.00	0.00	\$ 0.00
3.13	NQ3 301 - 400	Metros	\$94.00	0.00	\$ 0.00
3.14	NQ3 401 - 500	Metros	\$98.00	0.00	\$ 0.00
3.15	NQ3 501 - 600	Metros	\$102.00	385.59	\$ 39,330.18
3.16	NQ3 601 - 700	Metros	\$105.00	0.00	\$ 0.00
3.17	NQ3 701 - 800	Metros	\$108.00	0.00	\$ 0.00
3.18	NQ3 801 - 900	Metros	\$111.00	0.00	\$ 0.00
3.19	NQ3 901 - 1000	Metros	\$114.00	0.00	\$ 0.00
3.20	NQ3 1001 - 1100	Metros	\$117.00	0.00	\$ 0.00
3.21	NQ3 1101 - 1200	Metros	\$120.00	0.00	\$ 0.00
3.22	PQ3 0.00 - 100	Metros	\$102.00	0.00	\$ 0.00
3.23	PQ3 101 - 200	Metros	\$105.00	0.00	\$ 0.00
3.24	PQ3 201 - 300	Metros	\$108.00	0.00	\$ 0.00
3.27	Tricono HQ 0.00 - 100	Metros	\$76.00	0.00	\$ 0.00
3.28	Tricono HQ 101 - 200	Metros	\$81.00	0.00	\$ 0.00
3.29	Tricono HQ 201 - 300	Metros	\$86.00	0.00	\$ 0.00
3.31	Tricono PQ 0.00 - 100	Metros	\$86.00	0.00	\$ 0.00
3.32	Tricono PQ 101 - 200	Metros	\$90.00	0.00	\$ 0.00

				Total =	\$98,042.68
				I.G.V. 18% =	\$ 17,647.68
				Total Valoriz. =	\$ 115,690.36

Anexo N° 9

Base de datos de eficacia de los sondajes DDH-001 y DDH-002

Sondaje	Fecha	Desde (m)	Hasta (m)	Longitud perforada (m)
DDH-001	24/04/2023	0.00	15.90	15.90
DDH-001	25/04/2023	15.90	32.00	16.10
DDH-001	26/04/2023	32.00	42.50	10.50
DDH-001	27/04/2023	42.50	58.20	15.70
DDH-001	28/04/2023	58.20	80.60	22.40
DDH-001	29/04/2023	80.60	105.90	25.30
DDH-001	30/04/2023	105.90	135.90	30.00
DDH-001	01/05/2023	135.90	165.28	29.38
DDH-001	02/05/2023	165.28	215.50	50.22
DDH-001	03/05/2023	215.50	251.50	36.00
DDH-001	04/05/2023	251.50	263.70	12.20
DDH-001	05/05/2023	263.70	275.97	12.27
DDH-001	06/05/2023	275.97	312.90	36.93
DDH-001	07/05/2023	312.90	341.00	28.10
DDH-001	08/05/2023	341.00	351.90	10.90
DDH-001	09/05/2023	351.90	387.90	36.00
DDH-001	10/05/2023	387.90	420.90	33.00
DDH-001	11/05/2023	420.90	435.90	15.00
DDH-001	14/05/2023	435.90	438.50	2.60
DDH-001	15/05/2023	438.50	451.10	12.60
DDH-001	16/05/2023	451.10	457.50	6.40
DDH-001	17/05/2023	457.50	472.40	14.90
DDH-001	18/05/2023	472.40	483.90	11.50
DDH-001	19/05/2023	483.90	490.90	7.00
DDH-001	20/05/2023	490.90	492.60	1.70
DDH-001	21/05/2023	492.60	499.20	6.60
DDH-001	22/05/2023	499.20	500.00	0.80
DDH-001	23/05/2023	500.00	501.05	1.05
DDH-001	24/05/2023	501.05	501.35	0.30
DDH-001	25/05/2023	501.35	502.05	0.70
DDH-001	26/05/2023	502.05	508.50	6.45
DDH-001	27/05/2023	508.50	510.90	2.40
DDH-001	28/05/2023	510.90	527.30	16.40
DDH-001	29/05/2023	527.30	540.90	13.60
DDH-002	07/06/2023	0.00	8.90	8.90
DDH-002	08/06/2023	8.90	34.70	25.80
DDH-002	09/06/2023	34.70	78.10	43.40
DDH-002	10/06/2023	78.10	104.70	26.60
DDH-002	11/06/2023	104.70	124.20	19.50
DDH-002	12/06/2023	124.20	146.70	22.50
DDH-002	13/06/2023	146.70	168.05	21.35
DDH-002	14/06/2023	168.05	168.55	0.50
DDH-002	15/06/2023	168.55	183.45	14.90
DDH-002	16/06/2023	183.45	210.80	27.35
DDH-002	17/06/2023	210.80	238.20	27.40
DDH-002	18/06/2023	238.20	242.40	4.20
DDH-002	19/06/2023	242.40	260.80	18.40
DDH-002	20/06/2023	260.80	289.30	28.50

Anexo N° 10

Base de datos de eficacia de los sondajes DDH-002 y DDH-003

Sondaje	Fecha	Desde (m)	Hasta (m)	Longitud perforada (m)
DDH-002	21/06/2023	289.30	329.20	39.90
DDH-002	22/06/2023	329.20	346.00	16.80
DDH-002	23/06/2023	346.00	376.20	30.20
DDH-002	24/06/2023	376.20	396.40	20.20
DDH-002	03/07/2023	396.40	401.00	4.60
DDH-002	04/07/2023	401.00	428.80	27.80
DDH-002	05/07/2023	428.80	464.52	35.72
DDH-002	06/07/2023	464.52	502.20	37.68
DDH-002	07/07/2023	502.20	538.20	36.00
DDH-002	08/07/2023	538.20	548.85	10.65
DDH-002	09/07/2023	548.85	555.85	7.00
DDH-002	11/07/2023	555.85	578.90	23.05
DDH-002	12/07/2023	578.90	629.60	50.70
DDH-002	13/07/2023	629.60	677.60	48.00
DDH-002	14/07/2023	677.60	706.65	29.05
DDH-002	15/07/2023	706.65	747.19	40.54
DDH-002	16/07/2023	747.19	776.15	28.96
DDH-002	17/07/2023	776.15	836.75	60.60
DDH-002	18/07/2023	836.75	887.58	50.83
DDH-002	19/07/2023	887.58	893.52	5.94
DDH-003	23/07/2023	0.00	7.20	7.20
DDH-003	24/07/2023	7.20	38.35	31.15
DDH-003	25/07/2023	38.35	87.92	49.57
DDH-003	26/07/2023	87.92	132.30	44.38
DDH-003	27/07/2023	132.30	184.15	51.85
DDH-003	28/07/2023	184.15	229.90	45.75
DDH-003	29/07/2023	229.90	253.00	23.10
DDH-003	30/07/2023	253.00	272.20	19.20
DDH-003	31/07/2023	272.20	285.65	13.45
DDH-003	01/08/2023	285.65	307.94	22.29
DDH-003	02/08/2023	307.94	320.44	12.50
DDH-003	03/08/2023	320.44	353.30	32.86
DDH-003	04/08/2023	353.30	390.85	37.55
DDH-003	05/08/2023	390.85	411.40	20.55

Anexo N° 11

Base de datos de eficacia de los sondajes DDH-004 y DDH-005

Sondaje	Fecha	Desde (m)	Hasta (m)	Longitud perforada (m)
DDH-004	29/09/2023	0.00	16.20	16.20
DDH-004	30/09/2023	16.20	66.90	50.70
DDH-004	01/10/2023	66.90	98.20	31.30
DDH-004	02/10/2023	98.20	137.80	39.60
DDH-004	03/10/2023	137.80	155.50	17.70
DDH-004	05/10/2023	155.50	169.95	14.45
DDH-004	06/10/2023	169.95	179.35	9.40
DDH-004	07/10/2023	179.35	184.15	4.80
DDH-004	08/10/2023	184.15	208.00	23.85
DDH-004	09/10/2023	208.00	225.38	17.38
DDH-004	10/10/2023	225.38	226.20	0.82
DDH-004	12/10/2023	226.20	263.35	37.15
DDH-004	13/10/2023	263.35	299.19	35.84
DDH-004	14/10/2023	299.19	334.35	35.16
DDH-004	15/10/2023	334.35	383.45	49.10
DDH-004	16/10/2023	383.45	410.95	27.50
DDH-004	17/10/2023	410.95	443.80	32.85
DDH-004	18/10/2023	443.80	467.15	23.35
DDH-004	19/10/2023	467.15	500.50	33.35
DDH-004	20/10/2023	500.50	502.00	1.50
DDH-004	21/10/2023	502.00	503.40	1.40
DDH-004	22/10/2023	503.40	512.50	9.10
DDH-004	23/10/2023	512.50	518.20	5.70
DDH-004	24/10/2023	518.20	524.10	5.90
DDH-004	25/10/2023	524.10	544.20	20.10
DDH-004	27/10/2023	544.20	557.60	13.40
DDH-004	03/11/2023	557.60	563.30	5.70
DDH-004	04/11/2023	563.30	596.60	33.30
DDH-004	05/11/2023	596.60	617.50	20.90
DDH-004	06/11/2023	617.50	629.50	12.00
DDH-004	13/11/2023	629.50	644.60	15.10
DDH-004	14/11/2023	644.60	656.03	11.43
DDH-004	15/11/2023	656.03	670.66	14.63
DDH-004	16/11/2023	670.66	728.60	57.94
DDH-004	17/11/2023	728.60	768.80	40.20
DDH-004	18/11/2023	768.80	794.60	25.80
DDH-004	19/11/2023	794.60	842.60	48.00
DDH-004	20/11/2023	842.60	860.26	17.66
DDH-004	21/11/2023	860.26	901.00	40.74
DDH-004	22/11/2023	901.00	944.60	43.60
DDH-004	23/11/2023	944.60	989.65	45.05
DDH-005	05/12/2023	0.00	14.10	14.10
DDH-005	06/12/2023	14.10	45.00	30.90
DDH-005	07/12/2023	45.00	80.60	35.60
DDH-005	08/12/2023	80.60	112.95	32.35
DDH-005	09/12/2023	112.95	172.55	59.60
DDH-005	10/12/2023	172.55	223.85	51.30
DDH-005	11/12/2023	223.85	231.75	7.90

Anexo N° 12

Base de datos de eficacia de los sondajes DDH-005 y DDH-006

Sondaje	Fecha	Desde (m)	Hasta (m)	Longitud perforada (m)
DDH-005	13/12/2023	231.75	254.75	23
DDH-005	14/12/2023	254.75	276.40	21.65
DDH-005	15/12/2023	276.40	299.75	23.35
DDH-005	16/12/2023	299.75	333.60	33.85
DDH-005	17/12/2023	333.60	368.74	35.14
DDH-005	18/12/2023	368.74	396.70	27.96
DDH-005	26/12/2023	396.70	399.00	2.30
DDH-005	27/12/2023	399.00	421.35	22.35
DDH-005	28/12/2023	421.35	441.80	20.45
DDH-005	29/12/2023	441.80	466.20	24.40
DDH-005	30/12/2023	466.20	492.80	26.60
DDH-005	31/12/2023	492.80	496.28	3.48
DDH-005	01/01/2023	496.28	524.78	28.50
DDH-005	02/01/2023	524.78	557.65	32.87
DDH-005	03/01/2023	557.65	586.95	29.30
DDH-005	04/01/2023	586.95	631.10	44.15
DDH-005	05/01/2023	631.10	639.66	8.56
DDH-005	06/01/2023	639.66	676.27	36.61
DDH-005	07/01/2023	676.27	689.40	13.13
DDH-005	08/01/2023	689.40	714.05	24.65
DDH-005	09/01/2023	714.05	739.86	25.81
DDH-005	10/01/2023	739.86	776.20	36.34
DDH-005	11/01/2023	776.20	809.50	33.30
DDH-005	12/01/2023	809.50	826.70	17.20
DDH-005	13/01/2023	826.70	832.65	5.95
DDH-005	14/01/2023	832.65	847.40	14.75
DDH-006	10/12/2023	0.00	3.94	3.94
DDH-006	11/12/2023	3.94	30.50	26.56
DDH-006	12/12/2023	30.50	59.80	29.30
DDH-006	13/12/2023	59.80	74.13	14.33
DDH-006	14/12/2023	74.13	108.98	34.85
DDH-006	15/12/2023	108.98	148.70	39.72
DDH-006	16/12/2023	148.70	203.20	54.50
DDH-006	17/12/2023	203.20	246.10	42.90
DDH-006	18/12/2023	246.10	275.05	28.95
DDH-006	19/12/2023	275.05	307.97	32.92
DDH-006	20/12/2023	307.97	324.95	16.98
DDH-006	21/12/2023	324.95	338.18	13.23
DDH-006	22/12/2023	338.18	365.42	27.24
DDH-006	23/12/2023	365.42	384.88	19.46
DDH-006	24/12/2023	384.88	386.78	1.90
DDH-006	25/12/2023	386.78	417.30	30.52
DDH-006	26/12/2023	417.30	449.14	31.84
DDH-006	27/12/2023	449.14	479.41	30.27
DDH-006	28/12/2023	479.41	502.10	22.69
DDH-006	29/12/2023	502.10	510.34	8.24
DDH-006	30/12/2023	510.34	520.32	9.98
DDH-006	31/12/2023	520.32	525.10	4.78

Anexo N° 13

Base de datos de eficacia del sondaje DDH-006

Sondaje	Fecha	Desde (m)	Hasta (m)	Longitud perforada (m)
DDH-006	01/01/2024	525.10	545.51	20.41
DDH-006	02/01/2024	545.51	569.23	23.72
DDH-006	03/01/2024	569.23	609.22	39.99
DDH-006	04/01/2024	609.22	637.78	28.56
DDH-006	05/01/2024	637.78	660.85	23.07
DDH-006	06/01/2024	660.85	703.87	43.02
DDH-006	07/01/2024	703.87	732.05	28.18
DDH-006	08/01/2024	732.05	751.45	19.40
DDH-006	09/01/2024	751.45	771.95	20.50
DDH-006	10/01/2024	771.95	789.16	17.21
DDH-006	11/01/2024	789.16	827.74	38.58
DDH-006	12/01/2024	827.74	873.11	45.37
DDH-006	13/01/2024	873.11	881.99	8.88
DDH-006	14/01/2024	881.99	885.59	3.60

Anexo N° 14

Base de datos de calidad de los sondajes DDH-001 y DDH-002

Sondaje	Fecha	Desde (m)	Hasta (m)	Longitud Perforada (m)	Longitud Recuperada (m)	Calidad (%)
DDH-001	24/04/2023	0	15.9	15.9	15.7	99%
DDH-001	25/04/2023	15.9	32	16.1	13.4	83%
DDH-001	26/04/2023	32	42.5	10.5	6.7	64%
DDH-001	27/04/2023	42.5	58.2	15.7	14	89%
DDH-001	28/04/2023	58.2	80.6	22.4	22	98%
DDH-001	29/04/2023	80.6	105.9	25.3	24.3	96%
DDH-001	30/04/2023	105.9	135.9	30	25.3	84%
DDH-001	01/05/2023	135.9	165.28	29.38	24.92	85%
DDH-001	02/05/2023	165.28	215.5	50.22	47.72	95%
DDH-001	03/05/2023	215.5	251.5	36	34.01	94%
DDH-001	04/05/2023	251.5	263.7	12.2	12.2	100%
DDH-001	05/05/2023	263.7	275.97	12.27	9.33	76%
DDH-001	06/05/2023	275.97	312.9	36.93	35.48	96%
DDH-001	07/05/2023	312.9	341	28.1	25.95	92%
DDH-001	08/05/2023	341	351.9	10.9	9	83%
DDH-001	09/05/2023	351.9	387.9	36	33.96	94%
DDH-001	10/05/2023	387.9	420.9	33	30.06	91%
DDH-001	11/05/2023	420.9	435.9	15	10.81	72%
DDH-001	14/05/2023	435.9	438.5	2.6	2.05	79%
DDH-001	15/05/2023	438.5	451.1	12.6	7.4	59%
DDH-001	16/05/2023	451.1	457.5	6.4	3.25	51%
DDH-001	17/05/2023	457.5	472.4	14.9	11.21	75%
DDH-001	18/05/2023	472.4	483.9	11.5	7.18	62%
DDH-001	19/05/2023	483.9	490.9	7	5.81	83%
DDH-001	20/05/2023	490.9	492.6	1.7	0.15	9%
DDH-001	21/05/2023	492.6	499.2	6.6	2.55	39%
DDH-001	22/05/2023	499.2	500	0.8	0.72	90%
DDH-001	23/05/2023	500	501.05	1.05	0.81	77%
DDH-001	24/05/2023	501.05	501.35	0.3	0.24	80%
DDH-001	25/05/2023	501.35	502.05	0.7	0.21	30%
DDH-001	26/05/2023	502.05	508.5	6.45	3.45	53%
DDH-001	27/05/2023	508.5	510.9	2.4	0.15	6%
DDH-001	28/05/2023	510.9	527.3	16.4	11.13	68%
DDH-001	29/05/2023	527.3	540.9	13.6	10.62	78%
DDH-002	07/06/2023	0	8.9	8.9	4.17	47%
DDH-002	08/06/2023	8.9	34.7	25.8	25.6	99%
DDH-002	09/06/2023	34.7	78.1	43.4	43.25	100%
DDH-002	10/06/2023	78.1	104.7	26.6	25.15	95%
DDH-002	11/06/2023	104.7	124.2	19.5	19.3	99%
DDH-002	12/06/2023	124.2	146.7	22.5	20.85	93%
DDH-002	13/06/2023	146.7	168.05	21.35	20.8	97%
DDH-002	14/06/2023	168.05	168.55	0.5	0.2	40%
DDH-002	15/06/2023	168.55	183.45	14.9	13.85	93%
DDH-002	16/06/2023	183.45	210.8	27.35	25.56	93%
DDH-002	17/06/2023	210.8	238.2	27.4	26.75	98%

Anexo N° 15

Base de datos de calidad de los sondajes DDH-002 y DDH-003

Sondaje	Fecha	Desde (m)	Hasta (m)	Longitud Perforada (m)	Longitud Recuperada (m)	Calidad (%)
DDH-002	18/06/2023	238.2	242.4	4.2	2.9	69%
DDH-002	19/06/2023	242.4	260.8	18.4	17	92%
DDH-002	20/06/2023	260.8	289.3	28.5	27.78	97%
DDH-002	21/06/2023	289.3	329.2	39.9	34.12	86%
DDH-002	22/06/2023	329.2	346	16.8	16.56	99%
DDH-002	23/06/2023	346	376.2	30.2	28.49	94%
DDH-002	24/06/2023	376.2	396.4	20.2	14.16	70%
DDH-002	03/07/2023	396.4	401	4.6	4.35	95%
DDH-002	04/07/2023	401	428.8	27.8	24.42	88%
DDH-002	05/07/2023	428.8	464.52	35.72	30.94	87%
DDH-002	06/07/2023	464.52	502.2	37.68	37.51	100%
DDH-002	07/07/2023	502.2	538.2	36	35.89	100%
DDH-002	08/07/2023	538.2	548.85	10.65	10.4	98%
DDH-002	09/07/2023	548.85	555.85	7	6.72	96%
DDH-002	11/07/2023	555.85	578.9	23.05	22.92	99%
DDH-002	12/07/2023	578.9	629.6	50.7	50.55	100%
DDH-002	13/07/2023	629.6	677.6	48	48	100%
DDH-002	14/07/2023	677.6	706.65	29.05	29.05	100%
DDH-002	15/07/2023	706.65	747.19	40.54	40.54	100%
DDH-002	16/07/2023	747.19	776.15	28.96	28.96	100%
DDH-002	17/07/2023	776.15	836.75	60.6	60.6	100%
DDH-002	18/07/2023	836.75	887.58	50.83	50.83	100%
DDH-002	19/07/2023	887.58	893.52	5.94	5.94	100%
DDH-003	23/07/2023	0	7.2	7.2	6.65	92%
DDH-003	24/07/2023	7.2	38.35	31.15	29.16	94%
DDH-003	25/07/2023	38.35	87.92	49.57	48.72	98%
DDH-003	26/07/2023	87.92	132.3	44.38	43.98	99%
DDH-003	27/07/2023	132.3	184.15	51.85	51.1	99%
DDH-003	28/07/2023	184.15	229.9	45.75	45.38	99%
DDH-003	29/07/2023	229.9	253	23.1	22.91	99%
DDH-003	30/07/2023	253	272.2	19.2	17.53	91%
DDH-003	31/07/2023	272.2	285.65	13.45	13.35	99%
DDH-003	01/08/2023	285.65	307.94	22.29	20.98	94%
DDH-003	02/08/2023	307.94	320.44	12.5	10.42	83%
DDH-003	03/08/2023	320.44	353.3	32.86	29.06	88%
DDH-003	04/08/2023	353.3	390.85	37.55	29.03	77%
DDH-003	05/08/2023	390.85	411.4	20.55	15.17	74%

Anexo N° 16

Base de datos de calidad de los sondajes DDH-004 y DDH-005

Sondaje	Fecha	Desde (m)	Hasta (m)	Longitud Perforada (m)	Longitud Recuperada (m)	Calidad (%)
DDH-004	29/09/2023	0.00	16.20	16.20	14.80	91%
DDH-004	30/09/2023	16.20	66.90	50.70	49.32	97%
DDH-004	01/10/2023	66.90	98.20	31.30	30.26	97%
DDH-004	02/10/2023	98.20	137.80	39.60	39.32	99%
DDH-004	03/10/2023	137.80	155.50	17.70	15.25	86%
DDH-004	05/10/2023	155.50	169.95	14.45	14.38	100%
DDH-004	06/10/2023	169.95	179.35	9.40	9.40	100%
DDH-004	07/10/2023	179.35	184.15	4.80	4.55	95%
DDH-004	08/10/2023	184.15	208.00	23.85	23.61	99%
DDH-004	09/10/2023	208.00	225.38	17.38	17.38	100%
DDH-004	10/10/2023	225.38	226.20	0.82	0.57	70%
DDH-004	12/10/2023	226.20	263.35	37.15	31.68	85%
DDH-004	13/10/2023	263.35	299.19	35.84	33.81	94%
DDH-004	14/10/2023	299.19	334.35	35.16	34.83	99%
DDH-004	15/10/2023	334.35	383.45	49.10	48.96	100%
DDH-004	16/10/2023	383.45	410.95	27.50	26.94	98%
DDH-004	17/10/2023	410.95	443.80	32.85	32.17	98%
DDH-004	18/10/2023	443.80	467.15	23.35	20.87	89%
DDH-004	19/10/2023	467.15	500.50	33.35	31.68	95%
DDH-004	20/10/2023	500.50	502.00	1.50	1.50	100%
DDH-004	21/10/2023	502.00	503.40	1.40	0.35	25%
DDH-004	22/10/2023	503.40	512.50	9.10	2.77	30%
DDH-004	23/10/2023	512.50	518.20	5.70	3.50	61%
DDH-004	24/10/2023	518.20	524.10	5.90	1.22	21%
DDH-004	25/10/2023	524.10	544.20	20.10	19.73	98%
DDH-004	27/10/2023	544.20	557.60	13.40	13.37	100%
DDH-004	03/11/2023	557.60	563.30	5.70	5.70	100%
DDH-004	04/11/2023	563.30	596.60	33.30	33.27	100%
DDH-004	05/11/2023	596.60	617.50	20.90	20.87	100%
DDH-004	06/11/2023	617.50	629.50	12.00	11.85	99%
DDH-004	13/11/2023	629.50	644.60	15.10	15.10	100%
DDH-004	14/11/2023	644.60	656.03	11.43	11.35	99%
DDH-004	15/11/2023	656.03	670.66	14.63	14.55	99%
DDH-004	16/11/2023	670.66	728.60	57.94	57.84	100%
DDH-004	17/11/2023	728.60	768.80	40.20	40.03	100%
DDH-004	18/11/2023	768.80	794.60	25.80	25.11	97%
DDH-004	19/11/2023	794.60	842.60	48.00	47.95	100%
DDH-004	20/11/2023	842.60	860.26	17.66	17.59	100%
DDH-004	21/11/2023	860.26	901.00	40.74	40.12	98%
DDH-004	22/11/2023	901.00	944.60	43.60	43.45	100%
DDH-004	23/11/2023	944.60	989.65	45.05	44.97	100%
DDH-005	05/12/2023	0.00	14.10	14.10	14.00	99%
DDH-005	06/12/2023	14.10	45.00	30.90	30.45	99%
DDH-005	07/12/2023	45.00	80.60	35.60	35.25	99%
DDH-005	08/12/2023	80.60	112.95	32.35	32.35	100%

Anexo N° 17

Base de datos de calidad de los sondajes DDH-005 y DDH-006

Sondaje	Fecha	Desde (m)	Hasta (m)	Longitud Perforada (m)	Longitud Recuperada (m)	Calidad (%)
DDH-005	09/12/2023	112.95	172.55	59.60	59.20	99%
DDH-005	10/12/2023	172.55	223.85	51.30	51.30	100%
DDH-005	11/12/2023	223.85	231.75	7.90	7.90	100%
DDH-005	13/12/2023	231.75	254.75	23.00	22.92	100%
DDH-005	14/12/2023	254.75	276.40	21.65	21.50	99%
DDH-005	15/12/2023	276.40	299.75	23.35	23.29	100%
DDH-005	16/12/2023	299.75	333.60	33.85	33.58	99%
DDH-005	17/12/2023	333.60	368.74	35.14	35.03	100%
DDH-005	18/12/2023	368.74	396.70	27.96	27.91	100%
DDH-005	26/12/2023	396.70	399.00	2.30	1.95	85%
DDH-005	27/12/2023	399.00	421.35	22.35	18.79	84%
DDH-005	28/12/2023	421.35	441.80	20.45	17.82	87%
DDH-005	29/12/2023	441.80	466.20	24.40	22.57	93%
DDH-005	30/12/2023	466.20	492.80	26.60	23.55	89%
DDH-005	31/12/2023	492.80	496.28	3.48	2.96	85%
DDH-005	01/01/2023	496.28	524.78	28.50	26.99	95%
DDH-005	02/01/2023	524.78	557.65	32.87	32.33	98%
DDH-005	03/01/2023	557.65	586.95	29.30	27.67	94%
DDH-005	04/01/2023	586.95	631.10	44.15	43.97	100%
DDH-005	05/01/2023	631.10	639.66	8.56	8.29	97%
DDH-005	06/01/2023	639.66	676.27	36.61	36.54	100%
DDH-005	07/01/2023	676.27	689.40	13.13	13.13	100%
DDH-005	08/01/2023	689.40	714.05	24.65	24.65	100%
DDH-005	09/01/2023	714.05	739.86	25.81	25.61	99%
DDH-005	10/01/2023	739.86	776.20	36.34	36.34	100%
DDH-005	11/01/2023	776.20	809.50	33.30	33.30	100%
DDH-005	12/01/2023	809.50	826.70	17.20	17.20	100%
DDH-005	13/01/2023	826.70	832.65	5.95	4.85	82%
DDH-005	14/01/2023	832.65	847.40	14.75	14.74	100%
DDH-006	10/12/2023	0.00	3.94	3.94	3.94	100%
DDH-006	11/12/2023	3.94	30.50	26.56	26.26	99%
DDH-006	12/12/2023	30.50	59.80	29.30	29.30	100%
DDH-006	13/12/2023	59.80	74.13	14.33	14.15	99%
DDH-006	14/12/2023	74.13	108.98	34.85	34.65	99%
DDH-006	15/12/2023	108.98	148.70	39.72	39.72	100%
DDH-006	16/12/2023	148.70	203.20	54.50	54.50	100%
DDH-006	17/12/2023	203.20	246.10	42.90	42.90	100%
DDH-006	18/12/2023	246.10	275.05	28.95	28.95	100%
DDH-006	19/12/2023	275.05	307.97	32.92	32.78	100%
DDH-006	20/12/2023	307.97	324.95	16.98	16.97	100%
DDH-006	21/12/2023	324.95	338.18	13.23	11.63	88%
DDH-006	22/12/2023	338.18	365.42	27.24	26.39	97%
DDH-006	23/12/2023	365.42	384.88	19.46	18.86	97%
DDH-006	24/12/2023	384.88	386.78	1.90	1.90	100%
DDH-006	25/12/2023	386.78	417.30	30.52	30.09	99%
DDH-006	26/12/2023	417.30	449.14	31.84	30.94	97%
DDH-006	27/12/2023	449.14	479.41	30.27	29.99	99%

Anexo N° 18

Base de datos de calidad del sondaje DDH-006

Sondaje	Fecha	Desde (m)	Hasta (m)	Longitud Perforada (m)	Longitud Recuperada (m)	Calidad (%)
DDH-006	28/12/2023	479.41	502.10	22.69	20.88	92%
DDH-006	29/12/2023	502.10	510.34	8.24	4.74	58%
DDH-006	30/12/2023	510.34	520.32	9.98	8.18	82%
DDH-006	31/12/2023	520.32	525.10	4.78	3.53	74%
DDH-006	01/01/2024	525.10	545.51	20.41	18.92	93%
DDH-006	02/01/2024	545.51	569.23	23.72	23.65	100%
DDH-006	03/01/2024	569.23	609.22	39.99	39.99	100%
DDH-006	04/01/2024	609.22	637.78	28.56	28.56	100%
DDH-006	05/01/2024	637.78	660.85	23.07	23.05	100%
DDH-006	06/01/2024	660.85	703.87	43.02	42.71	99%
DDH-006	07/01/2024	703.87	732.05	28.18	25.88	92%
DDH-006	08/01/2024	732.05	751.45	19.40	19.40	100%
DDH-006	09/01/2024	751.45	771.95	20.50	20.35	99%
DDH-006	10/01/2024	771.95	789.16	17.21	17.21	100%
DDH-006	11/01/2024	789.16	827.74	38.58	38.28	99%
DDH-006	12/01/2024	827.74	873.11	45.37	44.84	99%
DDH-006	13/01/2024	873.11	881.99	8.88	8.87	100%
DDH-006	14/01/2024	881.99	885.59	3.60	3.60	100%

Anexo N° 19

Especificaciones técnicas del equipo de perforación diamantina



EQUIPO DE PERFORACIÓN DIAMANTINA PARA SUPERFICIE - CT-600 DTH

El CT-600 DTH es un equipo con sistema de tracción hidráulica para un fácil movimiento entre estaciones de perforación.

El CT-600 DTH es un equipo ideal para perforación en superficie, cuenta con un castillo sólido y revatible de 02 partes para una rápida desinstalación al finalizar el sondaje de perforación.

El CT-600 DTH tiene un diseño hidráulico y estructural simple, esto hace que nuestro equipo de perforación sea fácil de operar y de bajo costo de mantenimiento.

El CT-600 DTH cumple con todas las normas de seguridad estandar, tales como: sistema de bloqueo de unidad de rotación, sistema de seguridad hidráulica, motor encapsulado



EQUIPO DE PERFORACIÓN DIAMANTINA PARA SUPERFICIE - CT-600 DTH

CAPACIDAD DE PERFORACIÓN SEGÚN LÍNEA - DIÁMETRO

LÍNEA DE PERFORACIÓN	PROFUNDIDAD	
	Metros	Pulgadas
Tubería B	1 200.00	
N	1 000.00	
H	700.00	
P	400.00	

Las cifras de estas tablas se calcularon sobre la base de experiencias de campo y pueden ser razonablemente correctas. Las capacidades se basan en un agujero vertical, recto y limpio, utilizando un guinche de 7 258 kg (16 000 lb) (con tracción de una sola línea).

La capacidad real de perforación dependerá de las herramientas usadas dentro del agujero, las condiciones del suelo, las técnicas de perforación.

UNIDAD DE POTENCIA

FUERZA MOTRIZ		
	Sistema métrico	Sistema EE.UU.
Unidad estándar	Motor diésel Cummins Q5B 6.7 L, refrigerado por líquido, turboalimentado, postrefrigerado.	
Desplazamiento	6.7 l	409 pulg ³
Potencia (máxima) a 2 200	153 kW	220 hp

FUERZA HIDRÁULICO		
	Sistema métrico	Sistema EE.UU.
Bomba primaria	Pistón axial, desplazamiento variable con control sensor de carga, compensación de presión con reserva de baja presión.	
Flujo máximo	165 l/m	43.5 gpm
Máx. presión (ajuste de Bomba secundaria)	31 MPa	4.500 psi
	Pistón axial, desplazamiento variable con control sensor de carga, compensación de presión con reserva de baja presión.	
Flujo máximo	64 l/m	17 gpm
Máx. presión (ajuste de Bomba secundaria)	21 MPa	3.000 psi
	Pistón axial, desplazamiento variable, compensación de presión con reserva de baja presión.	
Flujo máximo	42 l/m	11 gpm
Máx. presión (ajuste de Capacidad del tanque)	14 MPa	2.000 psi
	231 l	61 gal

EQUIPO DE PERFORACIÓN DIAMANTINA PARA SUPERFICIE - CT-600 DTH

UNIDAD DE PERFORACIÓN

CABEZAL DE PERFORACIÓN	
Motor de rotación	Motor hidráulico Rexroth 160 - variable/reversible.
Transmisión mecánica	Funk con 4 velocidades.
	1ra 6,27:1
	2da 3,12:1
	3ra 1,75:1
	4ta 1,00:1
Mando final	Engranajes rectos.
Relación	2:1
Apertura del cabezal	Desplazamiento lateral - con accionamiento hidráulico.
Portabroca hidráulico PQ	Nitro-Chuck.
	Apertura hidráulica, cierre a resorte de nitrógeno.
	Capacidad de retención axial de 222 400 N (50.000 lbf).
Cabezal de perforación	Lubricación a presión de los cojinetes, baño de aceite de los engranajes.
Filtración del aceite lubricante del cabezal de perforación	Filtro de aceites de aspiración de 25 micrones, flujo constante independiente.

PAR TORSOR Y CLASIFICACIÓN DE RPM

(Motor hidráulico a desplazamiento máximo/mínimo, fuerza motriz a 2.200 RPM)

	Velocidad (sin carga)	Par torsor (calado)	
	RPM	Nm	lb/pies
1ra marcha	122 - 199	5 322 - 3 254	3 925 - 2 400
2da marcha	246 - 400	2 648 - 1 620	1 953 - 1 195
3ra marcha	439 - 714	1 486 - 908	1 096 - 670
4ta marcha	769 - 1 250	849 - 519	626 - 383

NOTA: La velocidad del cabezal y el par torsor son infinitamente variables en cada marcha, según se indica. La velocidad de rotación real se ve afectada por las revoluciones del motor y la configuración de desplazamiento hidráulico del motor.

MÁSTIL DE PERFORACIÓN Y SISTEMA DE AVANCE

	Sistema métrico	Sistema EE.UU.
Carrera de avance	3,35 m	11 pies
Tracción de avance	111 797 N	25 133 lbf
Empuje de avance	58 957 N	13 254 lbf
Tracción de la varilla	3 ó 6 m	10 ó 20 pies
Ángulo de perforación	45° de la horizontal a 90° vertical descendente	
Descarga del mástil (corona)	2,34 m	7,7 pies
Mástil Revatible	3,35 m	11 pies

EQUIPO DE PERFORACIÓN DIAMANTINA PARA SUPERFICIE - CT-600 DTH

SISTEMA DE TENSIÓN		
	Sistema métrico	Sistema EE.UU.
Guinche de la línea principal	Motor de una velocidad	
Carga del gancho (línea de una pieza)		
Tambor vacío	7 258 kg	16 000 lb
Velocidad de elevación (línea de una sola pieza)		
Tambor vacío	53	173 pies/min
Cable principal de elevación	15 mm	0,59 pulg.
Resistencia a la ruptura mínima	23 042 kg	50 800 lb
Nota: No utilizar líneas de piezas múltiples con el guinche de la línea principal, se deben usar líneas de una sola pieza únicamente		
Tracción nivelada		
Tambor vacío	993 kg	2 190 lb
Tambor lleno	228 kg	502 lb
Velocidad del cable		
Tambor vacío	145	475 pies/min
Tambor lleno	433 kg	1 422 lb
Capacidad del tambor (4,8 mm/316SDgr)	1 890 m	6 200 pies
Resistencia a la ruptura mínima	2 268 kg	5 000 lb

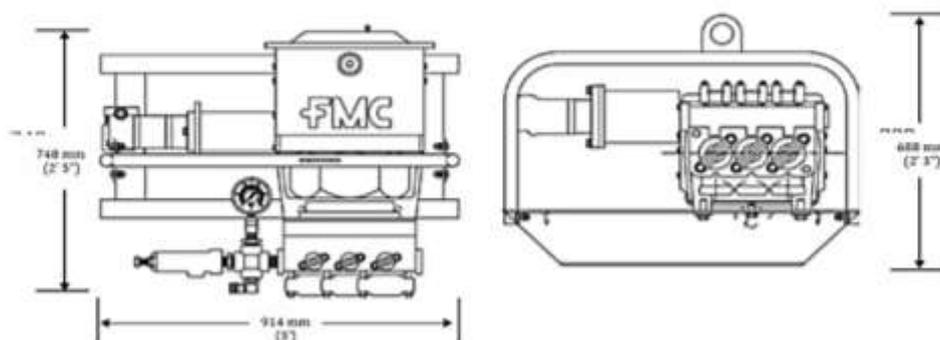
(W11) Grupo de la bomba de circulación de líquido (opcional)

Peso en húmedo = aprox. 254 kg (560 lb)

La máx. potencia del motor estándar de 2 velocidades del W11 es igual a: Alto vol./baja pres. 35 gpm @ 300 psi 6,2 hp
Bajo vol./alta pres. 17 gpm @ 800 psi 7,9 hp

Si se requiere un sistema de presión de salida más elevada, puede suministrarse un motor opcional de 2 velocidades con la siguiente capacidad máxima:

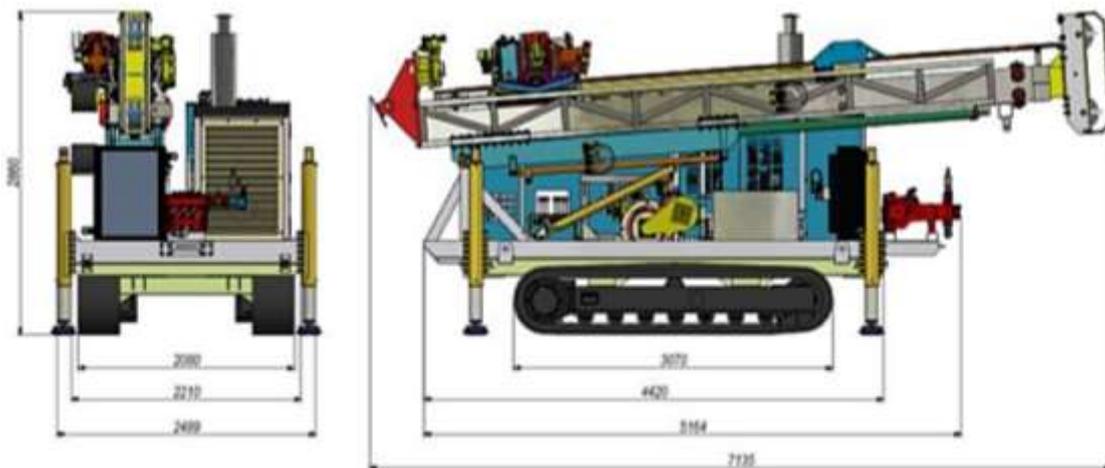
Alto vol./baja pres. 23 gpm @ 950 psi 7,9 hp
Bajo vol./alta pres. 11 gpm @ 1000 psi 6,4 hp



EQUIPO DE PERFORACIÓN DIAMANTINA PARA SUPERFICIE - CT-600 DTH

PESO Y MEDIDAS

PESO = 8 392 kg
Incluye:
Unidad de potencia Cummins QSB 6.7 L, Tier 3, 6 cilindros
Módulo hidráulico
Sistema de tensión completo con guinche del cable de perforación menos el cable, guinche de la línea principal con cable de 36 000 lb.
Traje hidráulico de mástil
Descarga hidráulica del mástil
Conjunto del mástil rebatible 2 cuerpos
Unidad de rotación completa con protector del cabezal/PQ Nitro Chuck™
Bastidor base
Tanque de combustible (265 l/70 gal. EE.UU.)
Batería - 12V/24V



Anexo N° 20



Ley N° 30035
Respositorio Nacional Digital



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERIA**

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA EN EL PORTAL DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL
DE LA UNI**

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y nombres: Carlos Roman Mamani Huisa

D.N.I: 24005686

Teléfono casa: - celular: 992 312 152

Correos electrónicos: carlos.mamani200@gmail.com

2. DATOS ACADÉMICOS

Grado académico: Bachiller

Mención: Ingeniería Geológica

3. DATOS DE LA TESIS

Título:

“Implementación de la Metodología Kaizen para Mejorar la Eficiencia, Eficacia y Calidad de la Perforación Diamantina Durante la Exploración Minera”

Año de publicación: 2024

A través del presente, autorizo a la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Ingeniería, la publicación electrónica a texto completo en el Repositorio Institucional, el citado título.

Firma:

Fecha de recepción: 24/10/2024

Anexo N° 21

CURRICULUM VITAE

**CARLOS MAMANI**

GEÓLOGO SENIOR DE EXPLORACIONES

PERFIL

Ingeniero Geólogo con 20 años de experiencia en exploraciones Greenfield y Brownfield en sistemas pórfidos de Cu-Au, Skarn de Cu-Au-Ag y epitermales de Au-Ag. Experiencia en cartografiado geológico en contexto regional, distrital y local con sólidos conocimientos y aplicación de la sedimentología, estratigrafía y estructural para la exploración minera. Experto en ArcGIS, Manejo eficiente de IOGAS y Leapfrog 3D. Alto compromiso con la seguridad y salud en el trabajo, así mismo con la responsabilidad social.

HABILIDADES

- Comunicación y coordinación a todo nivel
- Trabajo en equipo
- Resolución de problemas
- Gestión del tiempo y planificación
- Flexibilidad y adaptabilidad
- Pensamiento crítico
- Empatía

COLEGIATURA

CIP. 86132

CONTACTO

+51 992 312 152

carlos.mamani200@gmail.com

Lima, Perú

EXPERIENCIA PROFESIONAL**ANTA NORTE S.A.C. | 2022 – 2024**

Geólogo de Exploraciones Proyecto Antanorte

Responsabilidades y atribuciones:

- Cartografiado geológico y control estructural a escala de proyecto, levantamiento de columnas estratigráficas, muestreo geoquímico con procesamiento de datos y definición de targets de exploración.
- Logueo de testigos de perforación diamantina e interpretación de secciones geológicas para el modelamiento geológico.
- Supervisión del programa de perforación y manejo de contratistas

REGULUS RESOURCES PERU S.A.C. | 2014 – 2022

Geólogo Senior GIS Proyecto Antakori-Antanorte

Responsabilidades y atribuciones:

- Análisis y gestión de la información geológica y geoquímica para la toma de decisiones en la exploración minera.
- Logueo de testigos de perforación diamantina e interpretación de secciones geológicas.

MINERA YANACOCCHA S.R.L. | 2010 – 2012

Geólogo de Exploraciones Proyecto Conga-Llavidque

Responsabilidades y atribuciones:

- Cartografiado geológico y control estructural a escala de proyecto, muestreo geoquímico con procesamiento de datos y definición de targets de exploración.
- Logueo de testigos de perforación diamantina e interpretación de secciones geológicas.

MINERA AURIFERA RETAMAS S.A. | 2005 – 2009

Geólogo de Exploraciones Proyectos Pushaquilca-Alto Tamboras-Brechas Tingo-Liclique.

Responsabilidades y atribuciones:

- Cartografiado geológico a escala del proyecto y control estructural en el contexto local y distrital; muestreo geoquímico con procesamiento, análisis y definición de targets de exploración.
- Logueo de testigos de perforación diamantina e interpretación de secciones geológicas
- Supervisión del programa de perforación y manejo de contratistas.

IDIOMAS

Español: Nativo Inglés: Intermedio Quechua: Nativo

EDUCACIÓN

2024 | Lima-Perú

Maestría en Gestión Minera

Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

2023 | Buenos Aires-Argentina

Formación Profesional en Coaching

Axon Training

2014 | Lima-Perú

Diplomado Internacional en Geoestadística

BSgrupo

2005 | Cusco-Perú

Ingeniero Geólogo

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC)



CARLOS MAMANI

SENIOR EXPLORATION GEOLOGIST

PROFILE

Geological Engineer with 20 years of experience in Greenfield and Brownfields exploration in Porphyry Cu-Au, skarn Cu-Au-Ag and epithermal Au-Ag. Experience in geological mapping in regional district and local context with solid knowledge and application of sedimentology, stratigraphy and structure for mineral exploration. Expert in ArcGIS, efficient management of IOGAS and Leapfrog 3D. High commitment to safety and health at work, as well as to social responsibility.

SKILLS

- Communication and coordination at all levels
- Teamwork
- Problem solving
- Time management and planning
- Flexibility and adaptability
- Critical thinking
- Empathy

MEMBERSHIP

CIP. 86132

CONTACT

+51 992 312 152

carlos.mamani200@gmail.com

Lima, Perú

PROFESSIONAL EXPERIENCE

ANTA NORTE S.A.C. | 2022 – 2024

Exploration Geologist for the Antanorte Project

Responsibilities and duties:

- Conducted Geological mapping and structural control at Project scale, surveyed stratigraphic columns, and performed geochemical sampling, data processing and targets definitions.
- Logged diamond drilling cores and interpreted geological section for geological modeling.
- Supervised the drilling program and management contractors

REGULUS RESOURCES PERU S.A.C. | 2014 – 2022

Senior geologist GIS for the Antakori-Antanorte Project

Responsibilities and duties:

- Analyzed and managed geological and geochemical for decision-making in mining exploration.
- Logged diamond drilling cores and interpreted geological section for geological modeling.

MINERA YANACOCCHA S.R.L. | 2010 – 2012

Exploration Geologist for the Conga-Llavidque Project

Responsibilities and duties:

- Performed geological mapping and structural control at Project scale; Conducted geochemical sampling, data processing and targets definition.
- Logged diamond drilling cores and interpreted geological section for geological modeling.

MINERA AURIFERA RETAMAS S.A. | 2005 – 2009

Exploration Geologist for the Pushaquilca-Alto Tamboras-Brechas Tingo-Liclique Projects.

Responsibilities and duties:

- Conducted geological mapping and structural control at Project scale; performed geochemical sampling, data processing and targets definitions.
- Logged diamond drilling cores and interpretation of geological section for geological modeling.
- Supervised the drilling program and managed contractors.

LANGUAGES

Spanish: Native English: Intermediate Quechua: Native

EDUCATION

2024 | Lima-Perú

Master in Mining Management

Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

2023 | Buenos Aires-Argentina

Professional Training in Coaching

Axon Training

2014 | Lima-Perú

International Diploma in Geostatistics

BSgrupo

2005 | Cusco-Perú

Geological Engineer

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC)