

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Control de desviación de sondajes diamantinos para
optimizar costos aplicando la tecnología de Champ
Gyro unidad minera San Cristóbal-Carahuacra**

Luis Angel Meza Perez
Anthony Jerson Cañari Tovar

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Julio Fredy Porras Mayta
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 6 de Noviembre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

“CONTROL DE DESVIACIÓN DE SONDAJES DIAMANTINOS PARA OPTIMIZAR COSTOS, APLICANDO LA TECNOLOGÍA DE CHAMP GYRO UNIDAD MINERA SAN CRISTOBAL - CARAHUACRA”

Autores:

1. MEZA PEREZ, LUIS ANGEL – EAP. Ingeniería de Minas
2. CAÑARI TOVAR, ANTHONY JERSON – EAP. Ingeniería de Minas

Se procedió con la carga del documento a la plataforma “Turnitin” y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir “SI”**): 20 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a nuestros padres, quienes nos acompañaron, motivaron y brindaron su total apoyo incondicional para que se cumpla uno de los mayores objetivos que tenemos, sin ellos no se hubiera hecho posible; por último, sin ser menos importante, a los docentes y a nuestra alma mater: la Universidad Continental.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer a Dios por estar presentes en nuestras vidas, brindándonos salud por su amor infinito y permitirnos alcanzar nuestras metas

Un agradecimiento especial a nuestras familias por su amor incondicional.

Agradecemos también a nuestro centro de formación: la Universidad Continental, por permitirnos la oportunidad de aprender de profesionales honestos y preparados que han contribuido a nuestra formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	16
1.1. Planteamiento del problema y formulación	16
1.2. Formulación del problema.....	17
1.2.1 Problema general	17
1.2.2 Problemas específicos.....	17
1.3. Objetivos	17
1.3.1 Objetivo general.....	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4. Justificación e importancia de la investigación.....	18
1.4.1 Justificación de la investigación.....	18
1.4.2 Importancia de la investigación	18
1.5. Limitaciones de la presente investigación	18
1.6. Hipótesis	19
1.6.1 Hipótesis general	19
1.6.2 Hipótesis específicas.....	19
1.7. Variables de investigación.....	19
1.7.1 Variable independiente:	19
1.7.2 Variable dependiente:	19
1.7.3 Operacionalización de variables de investigación.....	20
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1.1. Antecedentes nacionales	21
2.1.2. Antecedentes locales	22
2.2. Bases teóricas.....	23
2.2.1 Perforación diamantina	24
2.2.2 Equipos de perforación	25
2.2.3 Broca o corona de perforación	26

2.2.4 Tipos de coronas	26
2.2.5 Barras de perforación	31
2.2.6 Bomba de lodos	32
2.2.7 Cajas porta testigos	34
2.2.8 Parámetros de perforación	35
2.2.9 Registro de parámetros de perforación.....	36
2.2.10Tipos de equipos de medición de sondajes	40
2.3. Definición de términos.....	41
CAPÍTULO III: METODOLOGIA.....	43
3.1. Método de la investigación	43
3.2. Tipo de investigación	43
3.3. Nivel de investigación.....	43
3.4. Diseño de investigación:	44
3.5. Población y muestra	44
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	44
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	44
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos	45
3.7. Técnica de procesamiento de datos	45
3.8. Materiales y métodos	45
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
4.1 Generalidades.....	46
4.2 Geología.....	47
4.2.1 Geología local.....	47
4.2.2 Geología regional.....	47
4.2.3 Estratigrafía	48
4.2.4 Estructuras geológicas	52
4.2.5 Ocurrencia de la mineralización.....	53
4.3 Análisis e interpretación de los resultados.....	54
4.3.1 Recopilación de datos antes de la medición los sondajes	54
4.3.2 Procedimiento de perforación diamantina.....	56
4.4 Evaluación de la desviación en la perforación.....	61
4.4.1 Evaluación sondaje:CS_DDHUCA23040 longitud 380 m.....	61
4.4.2 Evaluación sondaje:CS_DDHUSC23123 longitud 215 m	68
4.4.3 Evaluación sondaje:CS_DDHUSC23151_280 m	74
4.4.4 Evaluación sondaje: CS_DDHUSC23175_150 m	80
4.4.5 Análisis de desviaciones y resultados	84

4.4.6 Medición de la trayectoria de sondajes diamantinos utilizando la tecnología Champ Gyro de la desviación	85
4.4.7 Elementos causales en la desviación de sondajes diamantinos al aplicar la tecnología Champ Gyro	86
4.4.8 El análisis de los parámetros técnicos de perforación de sondajes diamantinos utilizando la tecnología Champ Gyro.....	86
4.5 Análisis de costos	87
4.5.1 Análisis de propuesta de costo antes	87
4.5.2 Análisis de propuesta de costo después.....	88
4.6 Propuesta de la aplicación de la tecnología Cham Gyro y/o acciones de mejora para el control de desviación de sondajes diamantinos.....	89
4.6.1 Cham Gyro ®el giroscopio original del perforador	89
4.6.2 Propuesta del uso de Cham Gyro ®	91
4.6.3 Propuesta de control Cham Gyro	91
4.6.4 Ensamblaje de Champ Gyro	93
4.7 Discusión de resultados	98
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES.....	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
ANEXOS	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables de investigación	20
Tabla 2. Fluidos de perforación.....	33
Tabla 3. Parámetros de perforación.....	35
Tabla 4. Medición con el tacómetro la velocidad de rotación	37
Tabla 5. Sondajes diamantinos.....	44
Tabla 6. Ruta de acceso a la unidad minera	46
Tabla 7. Datos del proyecto en perforación.....	55
Tabla 8. Evaluación sondaje: DDHUCA23040 longitud 38 0m.....	61
Tabla 9. Evaluación de ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUCA23040 380 m	64
Tabla 10. Diferencia entre ida y vuelta Sondaje: DDHUCA23040 longitud 380 m	66
Tabla 11. Evaluación sondaje:CS_DDHUSC23123 longitud 215 m.....	68
Tabla 12. Evaluación de ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m.....	70
Tabla 13. Diferencia entre ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m.....	71
Tabla 14. Evaluación sondaje:CS_DDHUSC23151_280 m.....	74
Tabla 15. Evaluación de ida y vuelta sondaje:CS_DDHUSC23151_280 m.....	76
Tabla 16. Diferencia entre ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUSC23151 longitud 280 m.....	77
Tabla 17. Evaluación sondaje: CS_DDHUSC23175_150 m.....	80
Tabla 18 Evaluación de ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23175_150 m.....	81
Tabla 19. Diferencia entre ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23175 longitud 150 m.....	82
Tabla 20. Descripción de los taladros de sondajes y los resultados finales de desviación	85
Tabla 21. Análisis de propuesta de costo antes	87
Tabla 22. Análisis de propuesta de costo después	88
Tabla 23. Especificaciones técnicas de Champ Gyro	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Máquina XRD – 90 08.....	24
Figura 2. Tipos de máquina para perforación diamantina en interior mina	25
Figura 3. Componentes coronas impregnadas	27
Figura 4. Testigos diamantinos	28
Figura 5. Descarga lateral - mixta	29
Figura 6. Tipos de vías de agua en las coronas.....	29
Figura 7. Armado del Thrusbearing HQ.....	30
Figura 8. Overshot assembly hydraulic.....	30
Figura 9. Catálogo de codrise, componentes del tubo interior.....	31
Figura 10. Escariador de alta calidad	32
Figura 11. Preparación de los aditivos de perforación.....	32
Figura 12. Contenido de los testigos en la porta cajas	35
Figura 13. Instrumentos de medición de sondajes	40
Figura 14. Ubicación de la mina San Cristobal – Carahuacra	47
Figura 15. Columna Estratigráfica	50
Figura 16. Modelo de Mineralización de la Veta San Cristobal en el Domo de Yauli	54
Figura 17. Ubicación de la máquina en la cámara DDH	56
Figura 18. Inspeccionar la cámara diamantina	57
Figura 19. Inspeccionar la maquina diamantina componente.....	58
Figura 20. Descargar y cargar del tubo interior	60
Figura 21. Drift direction deg - ida y vuelta sondaje: DDHUCA23040 profundidad: 380.00 m	66
Figura 22. Diferencia angular - ida y vuelta sondaje: DDHUCA23040 profundidad: 380.00 m	67
Figura 23. Diferencia angular entre final e inicio de ida y vuelta sondaje: DDHUCA23040 profundidad: 380.00 m.....	67
Figura 24. Representación planimétrica sondaje: CS_DDHUCA23040 profundidad: 380.00 m	68
Figura 25. Drift direction deg - ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m	72
Figura 26. Diferencia angular - ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m	72
Figura 27. Diferencia angular entre final e inicio de ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m.....	73

Figura 28. Representación planimétrica Sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m.....	73
Figura 29. Drift direction deg - ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUSC23151 longitud 280 m.....	78
Figura 30. Diferencia angular - ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUSC23151 longitud 280 m	78
Figura 31. Diferencia angular entre final e inicio de ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23151 longitud 280 m.....	79
Figura 32. Representación planimétrica Sondaje: CS_DDHUSC23151 longitud 280 m.....	79
Figura 33. Drift direction deg - ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23175 longitud 150 m	83
Figura 34. Diferencia angular - ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23175 longitud 150 m	83
Figura 35. Diferencia angular entre final e inicio de ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23175 150 m.....	84
Figura 36. Representación planimétrica sondaje: CS_DDHUSC23175 150 m	84
Figura 37. Champ Gyro	93
Figura 38. Champ Gyro -Arm Probe.....	94
Figura 39. Ventana con opciones de programación.....	94
Figura 40. Time until probe power-up	94
Figura 41. Press to take Survey	94
Figura 42. Press to take Survey – Survey Being Taken.....	95
Figura 43. Survey Being Taken.....	95
Figura 44. Press to Survey Being Taken	95
Figura 45. Champ Gyro - Read Probe.....	96
Figura 46. Crear un nombre de sondaje.....	96
Figura 47. Programación de la latitud Depth, dip Azi	97
Figura 48. Pantalla de información de Tie In completa.....	97
Figura 49. Pantalla de visualización de la medición.....	97

RESUMEN

La investigación tuvo el objetivo general de establecer de qué manera se pueden controlar las desviaciones de las trayectorias de sondajes diamantinos aplicando la tecnología de Champ Gyro para optimizar costos, unidad minera San Cristobal – Carahuacra 2024. La hipótesis general fue: el control de la desviación de la trayectoria de sondajes diamantinos aplicando la tecnología de Champ Gyro, gracias al sistema giroscópico buscador de norte, permite tomar mediciones de alta precisión, lo que influye en la optimización de costos, unidad minera San Cristobal – Carahuacra 2024. La metodología de investigación se guio por el método científico, tipo aplicada, nivel descriptivo correlacional y de diseño no experimental. La población y muestra estuvo conformado por los sondajes diamantinos que se realizaron en la unidad minera San Cristobal – Carahuacra. Producto de la investigación se comprobó que la aplicación de la tecnología Champ Gyro en la unidad minera San Cristóbal – Carahuacra para el año 2024 se presenta como una estrategia eficaz para controlar las desviaciones de las trayectorias de sondajes diamantinos. Esta implementación no solo optimiza los costos operativos, sino que también mejora la seguridad, la eficiencia y la sostenibilidad de las operaciones mineras.

Palabras claves: control, desviaciones de las trayectorias, sondajes diamantinos, tecnología de Champ Gyro, optimizar costos.

ABSTRACT

The research proposed general objective: Establish how the deviations of the trajectories of diamond drilling can be controlled by applying Champ Gyro technology to optimize costs, Mining Unit San Cristobal – Carahuacra 2024, whose general hypothesis was: The control of the deviation of the diamond drilling trajectory applying Champ Gyro technology, thanks to the north-seeking gyroscopic system, allows high-precision measurements to be taken, which influences cost optimization, San Cristobal Mining Unit – Carahuacra 2024, the research methodology was guided by the scientific method, applied type, correlational descriptive level and non-experimental design; The population and sample was made up of the diamond drilling that was carried out in the San Cristobal Mining Unit - Carahuacra, as a result of the research it was concluded that: It was proven that the application of Champ Gyro technology in the San Cristóbal Mining Unit - Carahuacra for the The year 2024 is presented as an effective strategy to control deviations from diamond drilling trajectories. This implementation not only optimizes operating costs, but also improves the safety, efficiency, and sustainability of mining operations.

Keywords: control, trajectory deviations, diamond drilling, Champ Gyro technology, optimize costs

INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada: «Control de desviación de sondajes diamantinos para optimizar costos, aplicando la tecnología de Champ Gyro unidad minera San Cristobal – Carahuacra » parte de la problemática de que la unidad minera San Cristóbal – Carahuacra se ubica entre 4000 y 4900 m s. n. m. en la zona de Junín, a 40 km de Oroya y a 170 km de Lima. Volcan Compañía Minera. Está conformada por cuatro minas subterráneas y un tajo abierto, y cuenta con tres plantas concentradoras de 11.400 toneladas por día. La zona presenta mineralización asociada con el sistema epitermal polimetálico, cuerpos de reemplazo y sistema de vetas polimetálicos, así como mineralización asociada a pórfidos y skarns, lo que sigue un alto potencial del área.

La etapa de exploración está tercerizada y se encuentra a cargo de la empresa especializada en perforaciones diamantinas Rock Drill S. A. C., quien desde hace varios años viene desarrollando perforaciones diamantinas (DDH) con la finalidad de encontrar nuevos contenidos minerales y así la Compañía Minera Volcan unidad minera San Cristóbal y Carahuacra pueda realizar la cubicación de sus reservas, ampliar sus límites y su vida útil en las operaciones unitarias de extracción. Por ello, a esta empresa especializada que realiza sondajes mayores a 50 metros con diferentes líneas (HQ, NQ) se les exige que brinden información de calidad.

La perforación diamantina tiene por finalidad examinar y muestrear el subsuelo. Estas pueden alcanzar profundidades de decenas a cientos de metros (normalmente de 50 a 500 m), a veces se llega de perforar de 500 metros a más.

Los sondajes de exploración que se ejecutan en el nivel 1400 cuerpo veta Split 658 Zona II de la mina presentan una serie de problemas. En primer lugar, deficiencia en el control de parámetros de perforación diamantina según la calidad de roca y las condiciones geológicas, tales como presión de avance, presión de torque, velocidad de rotación y por último el peso sobre la corona; ya que estos factores hacen que se generen desviación de los sondajes por el manejo ineficiente de parte de los operarios de la máquina. Además, la deficiencia de seguimiento por parte de los supervisores o jefes del área de perforación, la falta control de las características del macizo rocoso, y primordialmente los parámetros de perforación, hace que se generen pérdidas económicas, sobrecostos, retrasos en los proyectos planeados. Razón por cual se hacen las interrogantes que generan el problema de investigación.

La investigación se desarrolló en cinco capítulos. En el primer capítulo, se aborda el planteamiento y formulación del problema, presentando tanto el problema general como el específico. A continuación, se establecen los objetivos generales y específicos, junto con las justificaciones teórica, práctica y metodológica. También se exponen la hipótesis general y las hipótesis específicas, y se describen las variables de la investigación.

El segundo capítulo se centra en el análisis de los antecedentes a nivel nacional e internacional, revisa las bases teóricas relevantes y define los términos básicos necesarios para comprender la investigación.

El tercer capítulo se enfoca en la metodología de la investigación, destacando el método general utilizado, el tipo de investigación, el nivel de estudio y el diseño metodológico. Además, se describe la población y la muestra, y se detallan las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de datos.

En el capítulo IV, que es correspondiente a los resultados y discusión, se dan a conocer los datos obtenidos como resultados de la investigación. Finalmente, se proponen las conclusiones, recomendaciones, referencias y aplicaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema y formulación

La unidad minera San Cristóbal – Carahuacra se ubica entre 4000 y 4900 m s. n. m. en la zona de Junín, a 40 km de Oroya y a 170 km de Lima. Volcan Compañía Minera está conformada por cuatro minas subterráneas y un tajo abierto, y cuenta con tres plantas concentradoras de 11.400 toneladas por día. La zona presenta mineralización asociada con el sistema epitermal polimetálico, cuerpos de reemplazo y sistema de vetas polimetálicos, así como mineralización asociada a pórfidos y skarns, lo que sugiere un alto potencial del área.

La etapa de exploración está tercerizada y se encuentra a cargo de la empresa especializada en perforaciones diamantinas Rock Drill S. A. C., quien desde hace varios años viene desarrollando perforaciones diamantinas (DDH) con la finalidad de encontrar nuevos contenidos minerales y así la Compañía Minera Volcan unidad minera San Cristóbal y Carahuacra pueda realizar la cubicación de sus reservas, ampliar sus límites y su vida útil en las operaciones unitarias de extracción. Por ello, a esta empresa especializada que realiza sondajes mayores a 50 metros con diferentes líneas (HQ, NQ) se les exige que brinden información de calidad.

La perforación diamantina tiene por finalidad examinar y muestrear el subsuelo. Estas pueden alcanzar profundidades de decenas a cientos de metros (normalmente de 50 a 500 m), a veces se llega de perforar de 500 metros a más.

Los sondajes de exploración que se ejecutan en el nivel 1400 cuerpo veta Split 658 Zona II de la mina presentan una serie de problemas. En primer lugar, deficiencia en el control de parámetros de perforación diamantina según la calidad de roca y las condiciones geológicas,

tales como presión de avance, presión de torque, velocidad de rotación y por último el peso sobre la corona; ya que estos factores hacen que se generen desviación de los sondajes por el manejo ineficiente de parte de los operarios de la máquina. Además, la deficiencia de seguimiento por parte de los supervisores o jefes del área de perforación, la falta control de las características del macizo rocoso, y primordialmente los parámetros de perforación, hace que se generen pérdidas económicas, sobrecostos, retrasos en los proyectos planeados. Razón por cual se hacen las interrogantes que generan el problema de investigación.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera se pueden controlar las desviaciones de las trayectorias de sondajes diamantinos aplicando la tecnología de Champ Gyro para optimizar costos, unidad minera San Cristobal – Carahuacra 2024?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el resultado del análisis de la medición de la trayectoria de sondajes diamantinos aplicando la tecnología Champ Gyro para optimizar costos?
- b) ¿Cuáles son los elementos causales en la desviación de sondajes diamantinos aplicando la tecnología Champ Gyro para la optimizar costos para aplicando?
- c) ¿Cuáles son los parámetros técnicos de perforación de sondajes diamantinos aplicando la tecnología Champ Gyro para optimizar costos?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Establecer de qué manera se pueden controlar las desviaciones de las trayectorias de sondajes diamantinos aplicando la tecnología de Champ Gyro para optimizar costos, unidad minera San Cristobal – Carahuacra 2024

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Determinar el resultado del análisis de la medición de la trayectoria de sondajes diamantinos aplicando la tecnología Champ Gyro para optimizar costos.
- b) Identificar los elementos causales en la desviación de sondajes diamantinos aplicando la tecnología Champ Gyro para la optimizar costos para aplicando.

- c) Controlar los parámetros técnicos de perforación de sondajes diamantinos aplicando la tecnología Champ Gyro para optimizar costos.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

1.4.1 Justificación de la investigación

La propuesta de nuestra investigación consiste en llevar a cabo en controlar la desviación de trayectoria de sondajes diamantinos para optimizar costos aplicando la tecnología Champ Gyro unida minera San Cristobal - Carahuacra. Con este enfoque se podrá precisar el control de trayectoria de sondajes diamantinos para solucionar el tema de costos operacionales aplicando la tecnología Champ Gyro, se tiene como meta mejorar la desviación de trayectoria de sondajes para optimizar los costos. El presente trabajo de investigación es de suma importancia porque se controlará las desviaciones de los sondajes en las perforaciones diamantinas, así mismo optimizar los costos para incrementar la utilidad y brindar un resultado veraz sobre las muestras del área de estudio y hacer un trabajo de calidad y así mismo reducir las pérdidas económicas en las perforaciones diamantinas realizando un buen control de los parámetros de perforación.

Desde este punto de vista, este trabajo de investigación servirá como un marco referencial para otras minas que tienen problemas similares que es indispensable para alcanzar los objetivos en el sistema productivo y brindar una información veraz.

1.4.2 Importancia de la investigación

Aportar sobre el estudio de investigación de control de desviación de trayectoria de sondajes diamantinos para poder brindar una información de calidad de los sondajes realizados para el cliente, también optimizar costos para incrementar la utilidad.

1.5. Limitaciones de la presente investigación

Al formulamos el tema de investigación, se encontró ciertas limitaciones debido a que la información recopilada y facilitada por la organización encargada de la operación minera fue recopilada en campo, razón por la cual la principal limitación fue la inestabilidad del macizo rocoso, también los peligros y riesgos asociados a la salud y seguridad ocupacional en minería, como gaseamiento, riesgo de atropello, caída de rocas, máquina ventiladora, máquina de perforación diamantina, etc. Asimismo, por la organización del Departamento de Geología, así como en estudios adicionales realizados en la zona de análisis desde punto de vista en lo que se pensaba que habría probables problemas de desviaciones de sondajes por inadecuado empleo de los parámetros de perforación.

1.6. Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

El control de la desviación de la trayectoria de sondajes diamantinos aplicando la tecnología de Champ Gyro, gracias al sistema giroscópico buscador de norte, permite tomar mediciones de alta precisión, lo que influye en la optimización de costos, unidad minera San Cristobal – Carahuacra 2024

1.6.2 Hipótesis específicas

- a) El resultado del análisis de la medición de la trayectoria de sondajes diamantinos aplicando la tecnología Champ Gyro permite tomar mediciones de alta precisión en modo solo lo cual influye para optimizar costos.

- b) Los elementos causales en la desviación de sondajes diamantinos aplicando la tecnología Champ Gyro son corregidos de modo solo debido a que cuenta con sensores de última generación, robustos y fiables, lo cual influye en la optimización de costos.

- c) El control de los parámetros técnicos de perforación de sondajes diamantinos aplicando la tecnología Champ Gyro gracias a la conexión inalámbrica Bluetooth® de alta velocidad influye para optimizar costos

1.7. Variables de investigación

1.7.1 Variable independiente:

X1: Desviaciones de los sondajes diamantinos

- Dimensiones:
 - ✓ Broca
 - ✓ Terreno
 - ✓ RPM
 - ✓ Fuerza de empuje
 - ✓ Presión de máquina

1.7.2 Variable dependiente:

Y1: Optimización de costos

- Dimensiones:
 - ✓ Desviación en DIP
 - ✓ Desviación en Azimuth

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

- a) Altamirano (1) presentó una tesis titulada: «Influencia de los parámetros técnicos de perforación diamantina y aire reverso para disminuir costos por desviación de sondajes en un Proyecto Minero de Cajabamba 2020». El objetivo principal de este estudio es medir la desviación de la trayectoria de los sondajes y calcular los costos perdidos, verificar los parámetros de perforación y controlar los parámetros técnicos de perforación para reducir los costos operativos. Los parámetros que se tomaron en cuenta fueron revoluciones por minuto (rpm), presión de la corona y empuje (1).

En conclusión, se tomó como muestra tres sondajes correspondientes a perforación diamantina y dos de aire reverso. Los datos se tomaron de los reportes diarios de avance de perforación y para datos de la trayectoria se empleó el equipo Gyro Reflex. Los resultados muestran que, al controlar los parámetros técnicos de perforación se minimizó las desviaciones de los sondajes y se logró reducir los costos operativos en un total de 32% del costo total. (1)

- b) Llacolla (2) presentó una tesis titulada: «Reducción de costos operativos, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura Consorcio Minero Horizonte S.A Pataz, La Libertad». El objetivo principal de este estudio es exponer la factibilidad de la reducción de los costos operativos, en las principales operaciones unitarias de minado que son la perforación y voladura para de esta manera asegurar el éxito del ciclo de minado (2).

En conclusión, se revisaron los presupuestos en las operaciones y proyectos para la aplicación de estándares operacionales en función a estudios y pruebas ingenieriles, método de explotación, perforación y voladura, análisis de costos, geomecánica y la seguridad,

considerando como procesos que integran un solo sistema siendo las operaciones de perforación y voladura el pilar del sistema. Además, se exponen los beneficios obtenidos con la optimización de estándares operacionales, control continuo de los estándares, los beneficios se reflejan en la reducción de los costos operativos, los costos de las diversas áreas que integran una mina (2).

c) Cupi y Pari (3) presentaron una tesis titulada: «Optimización de la utilidad mediante la reducción de la desviación en la perforación rotopercutiva de taladros horizontales de la empresa Geodrill S.A.C.». El objetivo principal es la optimización de la utilidad que actualmente tiene la empresa Geodrill SAC. Se analizaron así reducir la desviación excesiva y mejorar la utilidad de la empresa Geodrill SAC; asimismo, fue necesario implementar los instrumentos de mayor precisión para la nivelación de la máquina, un trípode que soporte el peso de la tubería beco para el inicio de la perforación y capacitación al personal sobre identificación de parámetros de perforación DTH (3).

Como resultado se obtuvo una mejora a la utilidad percibida aumentando de un 25 % a 43 % en los taladros posprueba de los meses de noviembre a diciembre; por último, a través de esta investigación se busca motivar el interés de los estudiantes y profesionales en el área de la perforación roto-percutiva (3).

2.1.2. Antecedentes locales

a) Aduato (4) presentó una tesis titulada: «Optimización de los parámetros de perforación y voladura, para disminuir el costo de avance de los frentes de preparación, Unidad Minera Apmnac Pulpera». El objetivo principal de este estudio es buscar replantear un nuevo diseño de malla de perforación y voladura para así mitigar todas las deficiencias en el avance del proyecto minero, al tener un menor avance y menor eficiencia se tendrá pérdidas económicas (4).

En conclusión, al disminuir la desviación de los taladros en la perforación, obtendremos un mejor disparo, reduciendo la sobre rotura de la labor, reduciendo así el costo de perforación y voladura (4). Como resultado se reduce del costo total de la valorización, por metro lineal de avance, es de S/ 52 841 soles con respecto al avance de los 150 metros de avance lineal. Además, el tiempo de ejecución se acorta por la longitud de avance lineal por guardia (4).

El incremento de la utilidad es del 1.5 % más respecto a la barra de 6 pies tras la reducción del costo total, dicha utilidad en incremento a S/ 15.23 soles más por metro lineal con la barra de 8 pies (4).

b) Suasnabar (5) presentó una tesis titulada: «Optimización de la voladura para la reducción de costos en el desarrollo del Crucero 620, Proyecto de Exploración Esperanza VI, U.E.A Capitana - Compañía Minera Caravelí S.A.C.». El objetivo principal es optimización de la voladura permitirá reducir los costos en el desarrollo del crucero 620. La metodología de investigación es del método científico, es del tipo aplicada, nivel correlacional y diseño de investigación experimental. (5)

Según el resultado se optimizará los estándares establecidos de perforación y voladura en el desarrollo del CX-620, se logró reducir los costos de voladura (S/. / metro) de 148.37 a 112.45 obteniendo así una reducción del 24% en comparación a lo obtenido anteriormente (5).

2.2. Bases teóricas

➤ Optimizar

En economía, la optimización es un proceso destinado a mejorar los resultados, aumentar la eficacia o mayor eficiencia en el desempeño de alguna tarea. En este sentido, la optimización supone una mejor gestión de nuestros recursos de acuerdo con los objetivos marcados que se tiene.

➤ Eficiencia

La capacidad de obtener los recursos deseados utilizando los mínimos recursos posibles.

➤ Costo

En un sentido amplio, esto significa que el valor es la cantidad total de recursos sacrificados o perdidos para lograr un objetivo particular. Para ello, se considerará como el valor monetario de los recursos proporcionados o prometidos a cambio de bienes o servicios adquiridos. En el momento de la adquisición se incurre en el costo. En otras palabras, se puede decir que el costo es capitalizado.

➤ Gasto

El gasto es una expresión monetaria del valor asignado al consumo de bienes y servicios durante un período de tiempo determinado, necesario para el normal funcionamiento de un ente económico. No genera ingresos, ni utilidades.

➤ Depreciación

Es la pérdida de valor de un activo debido al desgaste con el paso del tiempo.

➤ Flujo de caja

Hace referencia a las salidas y entradas netas de dinero que tiene una empresa o proyecto en un período determinado.

2.2.1 Perforación diamantina

Este método de perforación con el sistema de perforación diamantina, que se hace utilizando una broca diamantada, tiene la finalidad de extracción de testigos también llamados núcleo (Core) de rocas y de los suelos, será registrado y colocado en cajas porta-testigos y luego trasladados a la sala de logueo. Su uso más común se encuentra en la etapa temprana para delimitar cuerpos mineralizados, limitar la mineralización dentro de un yacimiento o proyecto minero, también se usa en la etapa posterior para expandir las reservas o también es perforaciones en mina que sirve perforaciones de control (perforación producción), perforaciones confirmatorias en profundización de interior mina para ubicar las nuevas reservas y por último con fines de cimentación profunda de obras de ingeniería (6).

Tiene el nombre de diamantina porque se usa una corona (broca sección transversal) acero con diamante industrial integrado en el matriz carburo de tungsteno para excavación. Hay dos métodos de perforación: uno de los cuales es el método convencional y el otro llamado por “cable o Wireline”. Utilizando sarta de perforación convencional se tiene que retirar por completo una vez perforado. Al perforar con el método Wireline, solo se retira el tubo interior para extraerlo la muestra sin la necesidad de retirar toda la sarta de perforación (6).



Figura 1. Máquina XRD – 90 08

2.2.2 Equipos de perforación

➤ Máquina de perforación

La máquina perforadora puede ser montada en un camión sobre orugas o en patines. El casco primero debe tener gatos hidráulicos para levantarlo y en eso se apoya para realización del trabajo. En el segundo caso, deberán ser anclado o base "muerta" a la que se sujetara la máquina y evita el desplazamiento. La máquina perforadora está conectado a un motor y bomba hidráulica. Hoy en día, mayormente son hidráulicas. Partes los más importantes son la unidad rotación, el pistón de empuje, la torre, unidad de poder, sistema de poleas y cables (winche Wireline) de acero que es que llevado por el "pescador" para extraer tubo interior mediante el cable de acero. Los fabricantes o empresas de servicios ofrecen diferentes tipos de máquinas. Actualmente, todos tienen un sistema de "línea", es decir, permite sacar el núcleo con un cable de acero sin necesidad de levantar toda la sarta de perforación. Lo más importante es conocer la potencia de la máquina. Para alcanzar la profundidad deseada con el diámetro de la broca necesario.



Figura 2. Tipos de máquina para perforación diamantina en interior mina

➤ Accesorios de perforación

El tipo de sistema de perforación utilizado dependerá de la orientación del pozo a perforar y, además en menor medida, su profundidad. Porque en perforaciones positivas o tiros positivos se utilizan pescadores y cabezales hidráulicos, mientras en perforaciones negativas (desde -30° o -45° según línea) será utilizado los pescadores y cabezales mecánicos.

2.2.3 Broca o corona de perforación

La corona o brocas es uno de los elementos principales para la perforación diamantina, ubicado frente a la columna de perforación (sarta de perforación), realiza la función de corte en la roca y comience a perforar. Las coronas diamantadas son brocas de sección anular para continuar perforando hacia adelante, es así que roca de forma cilíndrica es insertado en el barril de porta testigos que está detrás de la corona. Existen diferentes tipos de coronas, dependiendo de la función que realicen: brocas de carburo de tungsteno, brocas de carburo de tungsteno triturado, brocas con diamante insertado, brocas impregnadas de diamantes (6).

2.2.4 Tipos de coronas

➤ Coronas insertadas o incrustadas

Estas coronas llevan la superficie de la matriz una capa de diamantes insertados. Su campo de aplicación es en formaciones blandas y semiduras, otras aplicaciones son:

- ✓ Redireccionamiento de pozos.
- ✓ Habilitación de pozos derrumbados.
- ✓ Eliminación de tuberías o accesorios atascados.

➤ Coronas impregnadas de serie

La matriz de estas coronas se compone de una selección de diversos polvos metálicos con diamantes sintéticos de alta calidad.

Las diferentes combinaciones de cantidad y tipos de polvos metálicos, como cantidad tamaño de diamantes, dan origen a las diferentes series de coronas recomendadas para diversos tipos de terreno a perforar.





Figura 3. Componentes coronas impregnadas

➤ **Matriz**

Está constituido de polvos metálicos de alto punto de fusión y soldadura (aleación base cobre), y tiene tres funciones:

- ✓ Unir el cuerpo de acero de la broca y los diamantes en una unidad integral.
- ✓ Asegurar mecánicamente los diamantes en su lugar, para resistir la fuerza de corte.
- ✓ Proveer resistencia al desgaste y a la erosión, compatible con la formación y condición del pozo.

➤ **Vías de agua**

Son ranuras que permiten y transportar el fluido para evitar que la corona sea quemada o fundida. También sirven para lograr un buen barrido del recorte que se está generando al fondo del pozo.

➤ **Refuerzo de diamantes**

Todas las coronas impregnadas son fabricadas con refuerzo de carburo de Tungsteno y con diamantes sinterizados en el diámetro interior y exterior, para mantener la dimensión del testigo y del pozo cuando se descarga la corona.

➤ **Selección de brocas**

La selección de las brocas es de acuerdo a la escala de Mohs que determina la dureza de las rocas. Mientras más duro es el tipo de roca, mayor es la serie, es decir serie X10 para rocas más duras y para X2 entre X4 para las formaciones más blandas y abrasivas.

(x 10)

Terreno extremadamente duro, competente. (cuarcita, granito)



(x 9)

Terrenos duro, competentes (Granito afectados por metamorfosis.)



(x 6)

Terrenos moderadamente duro, levemente fracturados.



(x4)

Terreno duro, fracturado, abrasiva.

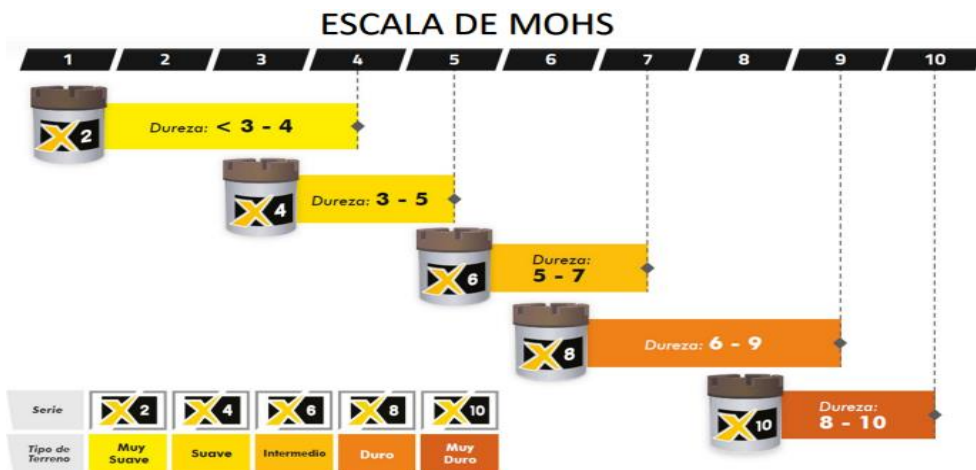


(x2)

Terrenos suaves, muy fracturados, muy abrasivos (Arenisca, Pizarra).



Figura 4. Testigos diamantinos



Descarga lateral

Descarga mixta

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Usar en terrenos compactos. ✓ Usar con Core Lifter. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Usar en terrenos fracturados. ✓ Usar con Core Lifter.

Figura 5. Descarga lateral - mixta

➤ **Vías de selección de agua en las coronas**



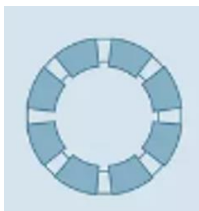
Vía de agua recta

Perfil utilizado por lo general en brocas pequeñas de pared delgado.



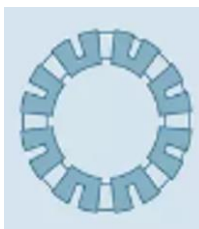
Vía de agua inclinada

Buena evacuación de detritos que bloquean las vías de agua.



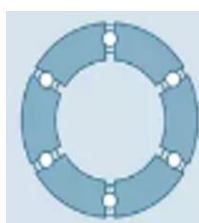
Vía de agua ancha e inclinada

- ✓ Muy buena evacuación del fluido y los detritos que bloquean las vías de agua.
- ✓ Mejora la capacidad de limpieza de las vías de agua.



Vía de agua turbo ancha

- ✓ Recomendable para formaciones duras y compactas.
- ✓ Disminuye la presión requerida sobre la broca para perforar.
- ✓ Buena evacuación del fluido y los detritos que bloquean las vías de agua.



Vía de agua descarga frontal con agujero redondo

- ✓ Perfil utilizado cuando el cuerpo de la broca es delgado.
- ✓ Perfil recomendado para terrenos suaves y fracturados.
- ✓ Minimiza el contacto del fluido con la muestra (Lavado).
- ✓ Recomendado para perforar con triple tubo.

Figura 6. Tipos de vías de agua en las coronas

➤ **Cabezales (Head Assembly)**

Esté es el elemento mecánico más importante del barril saca testigos porque su correcto funcionamiento es fundamental para una buena recuperación de testigos y progreso en perforación. Tanto los cabezales hidráulicos como los mecánicos cumplen los siguientes requisitos presentados:

- ✓ Gracias a la punta que le permite la recuperación del tubo interior atrapado por el pescador.
- ✓ Proporcionar flujo de fluido para la broca.
- ✓ Indica bloqueo de muestra mediante el manómetro de la presión
- ✓ Ajusta la holgura entre el Core Lifter case y la broca.



Figura 7. Armado del Thrusbearing HQ

➤ **Pescadores (Overshot Assembly)**

Es el accesorio que se utiliza para quitar el tubo interior del fondo del pozo, después de llenar la muestra en el tubo interior, el pescador se desciende hasta el fondo del pozo el cual sus mordazas de acero forjado enganchan la parte superior del conjunto del tubo interior y se retira el tubo interior con la muestra. Entre lo que se tiene son pescadores mecánicos e hidráulicos.

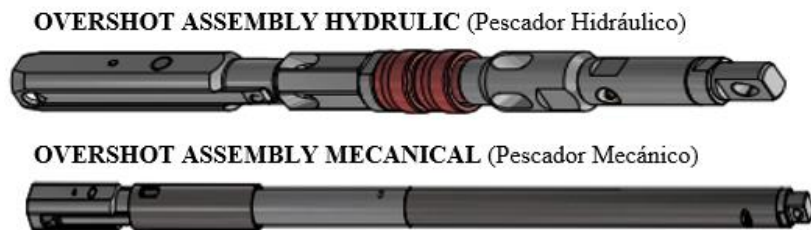


Figura 8. Overshot assembly hydraulic

➤ **Tubo interior porta testigos (Corel Barrel)**

Para sacar testigos del sistema de perforación con el cable Wireline, está almacenada la muestra del testigo (Core) en el tubo interior, que se corta con la corona diamantada desde la roca, lo que le permite tomar muestras del fondo del pozo sin la necesidad de retirar todo el sistema de perforación. Todos los barriles porta-testigos constan de las siguientes partes principales: Cabezal o Culatín, porta-resorte, resorte, seguro y el tubo interior.



- 1 HEAD ASSEMBLY (Cabezal)
- 2 INNER TUBE 5" 0 10" (Tubo interior)
- 3 STOP RING
- 4 CORE LIFTER SLOTTED
- 5 CORE LIFTER CASE

Figura 9. Catálogo de codrise, componentes del tubo interior

2.2.5 Barras de perforación

Las funciones principales de la barra de perforación son las siguientes:

- ✓ Transmitir torque y rotación de máquina de perforadora hasta la corona.
- ✓ Transmisión de fuerza de elevación y tracción.
- ✓ Sirve como línea de distribución de agua para el lavado.
- ✓ Actúa como una línea de distribución para el ensamblaje del tubo interior.

➤ **Barras de revestimiento**

Las barras de revestimiento o tuberías realizan la función principal de estabilización de materias de recubrimiento y las formaciones inestables que son propensas a derrumbe, también tiene un diámetro mayor que las barras de perforación.

➤ **Escariador (Reaming Shell)**

El escariador se coloca inmediatamente después de la corona, donde su función principal es mantener el diámetro nominal de la perforación a lo largo del sondaje o taladro que permite una nueva perforación por el sondaje sin atascarse. La segunda función es estabilizar el tubo interior que está con el testigo permitiendo el desgaste excesivo del extremo del tubo interior y evitar oscilaciones de la corona.

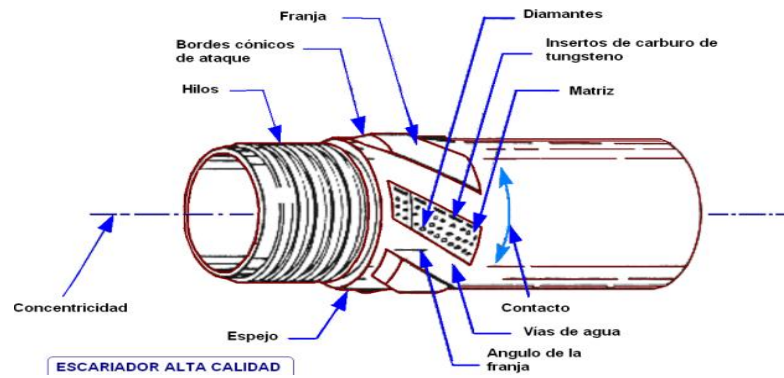


Figura 10. Escariador de alta calidad

➤ **Sarta de perforación**

Columna o sarta de perforación son los encargados de transmitir y soportar fuerzas axiales y de torsión, orientación y posicionamiento de la trayectoria del pozo, y al mismo tiempo que permite la circulación de los fluidos de perforación para un buen enfriamiento de la corona, realización de una buena perforación. Cuenta con los siguientes elementos: corona, escariador, estabilizador del tubo interior, tubo exterior, tubo interior y el cabezal.

2.2.6 Bomba de lodos

La función principal de la bomba de drenaje de lodos es hacer circular los medios de lavado en la sarta de perforación desde la fuente de lodos hasta el fondo del pozo. Una bomba de drenaje de lodos se usa comúnmente en la perforación con el fin de recuperar el testigo. Esta bomba es de acción simple efecto de tres cilindros(tríplex), la característica principal de esta bomba es garantizar un flujo de fluido uniforme sin cambios con oscilaciones mínimas.

➤ **Fluidos de perforación**

El lodo de perforación, aditivos, lodo, agua pesada, es llamado como fluidos de perforación que tienen las funciones principales en perforación diamantina.

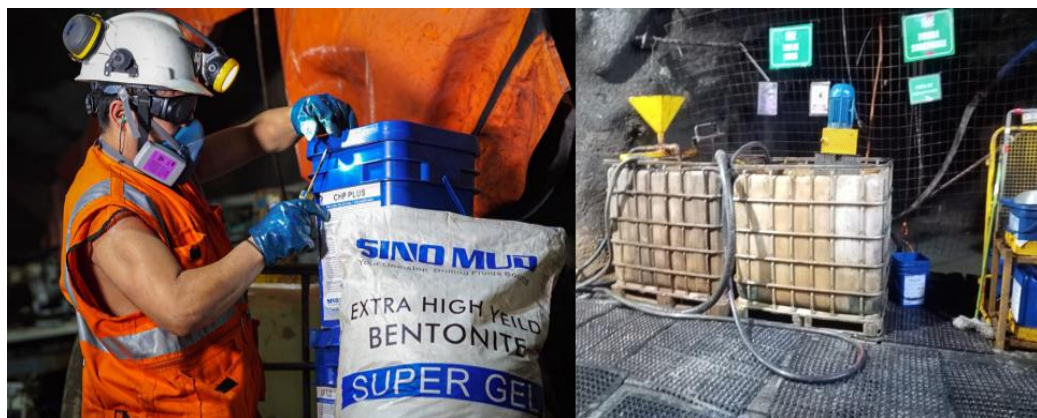


Figura 11. Preparación de los aditivos de perforación

- ✓ Retirar los sedimentos del fondo del pozo
- ✓ Mantener la estabilidad del pozo
- ✓ Enfriar, lubricar y proveer flotabilidad la sarta de perforación.
- ✓ Fricción reducida entre la sarta de perforación y la pared del sondeaje
- ✓ Sellar formaciones permeables
- ✓ Control de corrosión
- ✓ Evitar la afluencia de algunos como es gas al momento de cortar a través de formaciones permeables.

El éxito de los pozos perforados en la corteza terrestre depende en gran medida del fluido que hacer circular, generalmente por dentro de la sarta de perforación, pasando por la broca y asciende con ella escombros o detritos, y por el espacio anular entre la formación rocosa y el varillaje hasta la superficie.

Tabla 2. Fluidos de perforación
Fluidos de perforación

	<p>Bentonitas</p> <p>Super Gel</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Bentonita sódica estándar API. ✓ Formación de revoque. ✓ Incrementa la viscosidad. ✓ Empaque: 25kg - Saco
	<p>Polímeros</p> <p>Chp Ultra</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Polímero PHPA sólido. ✓ Altamente efectivo en aguas saladas ✓ Incrementa la viscosidad. ✓ Encapsula y suspende recortes. ✓ Empaque: 15kg – Balde.



Polímeros controladores de filtrado

VIS

- ✓ Polímero PAC.
- ✓ Minimiza la pérdida de fluido a la formación.
- ✓ Mejora la calidad de revoque.
- ✓ Aumenta la viscosidad.
- ✓ Empaque: 25Kg – Saco.



Estabilizadores

SAS

- ✓ Aditivo sólido en polvo
- ✓ Estabiliza el pozo para prevenir o detener el derrumbe.
- ✓ Mejora la calidad de revoque.
- ✓ Empaque 25Kg – Saco.



Materiales para pérdida de circulación (LCM).

PLUG

- ✓ Polímero que al hidratarse incrementa su volumen.
- ✓ Sella fracturas grandes y pequeñas.
- ✓ Fácil de aplicar.
- ✓ Compatible con la mayoría de productos.
- ✓ Empaque: 15 kg – balde.

2.2.7 Cajas porta testigos

Son cajas de cartón plast están que están elaborados de polipropileno, mezcla entre homopolímero y copolímero de formas rectangulares cuyos tañamos puedes variar según las líneas de perforación AQ, BQ, NQ, PQ. Estas cajas tienen 5 divisiones en su interior y están diseñadas para el almacenaje de muestras (testigos) que son el resultado de las exploraciones mineras.

Después de cada extracción de los testigos se coloca los tacos con la descripción de profundidad dando a conocer la ubicación de muestra. Finalmente serán evaluados por la empresa Compañía Minera Volcan S.A.A unidad de San Cristobal.

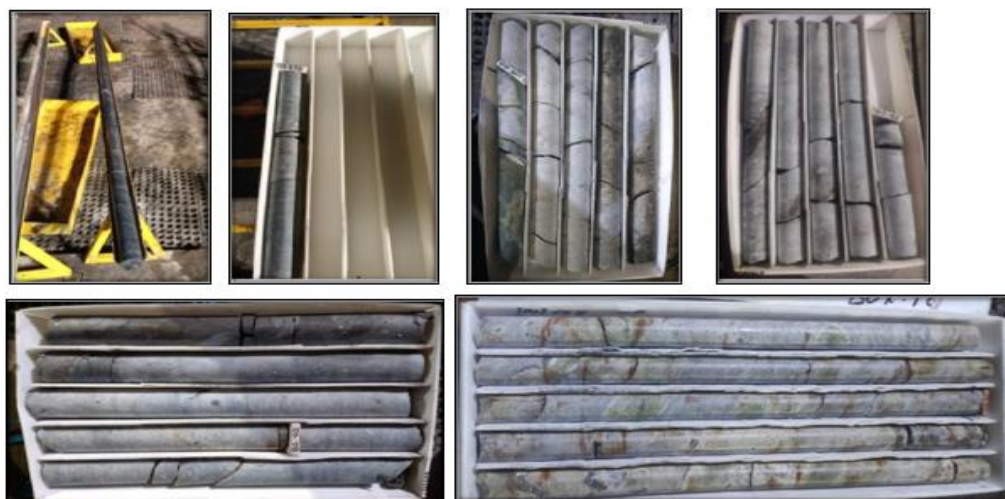


Figura 12. Contenido de los testigos en la porta cajas

2.2.8 Parámetros de perforación

Se consideran elementos como por ejemplo velocidad de rotación y la penetración, esto elementos juntamente con la dureza del macizo rocoso establecen las presiones de aplicación. (Bernaola, Castilla, & Herrera, 2013).

Asimismo, estos controles se realizan a través de instrumentos del tablero de comando de la sonda, asegúrese de que estén todos conectados correctamente y así tomar las lecturas de forma correcta. En resumen, es decir que se deben registrar las lecturas del nanómetro y flujómetro o caudalímetro. Luego probar la velocidad de penetración de la corona, el cual debe ser de aproximadamente 3 a5 pulgadas por minuto. Para obtener el mejor rendimiento de las coronas, impregnadas, es importante tener en cuenta los aspectos que se mencionaran a continuación. (Crhristensen, 2019).

Tabla 3. Parámetros de perforación

Sistema	Caudal	Velocidad rotación	Velocidad de penetración	Peso sobre la corona
	(gpm)	(rpm)	(in/min)	(lb)
		1700	8.5	
BWL	6 - 8	1000	5	2000 - 5000
		700	3.5	

		1350	6.75	
NWL	8 - 10	800	4	3000 - 6000
		550	2.75	
		1000	5	
HWL	10 - 12	600	3	4000 - 8000
		400	2	
		800	4	
PWL	18 - 23	500	2.5	5000 - 10000
		350	1.75	

Tomada de Codrise (6)

2.2.9 Registro de parámetros de perforación

Los parámetros de perforación que se deben registrar, controlar y modificar el perforista en el reporte de turno son:

- ✓ RMP
- ✓ Peso sobre la corona
- ✓ Caudal o flujo de lodo

➤ Velocidad de rotación

Para usar la corona correctamente, hay cosas que se tienen que considerar como las velocidades de penetración que está estrechamente relacionada con la velocidad rotación (RMP). Para un control adecuado, tenga en cuenta los indicadores de RPI o RPC, fijando un rango óptimo entre (200 y 250) RPI (80 y 100RPC).

- ✓ RPI: se refiere al número de revoluciones(vueltas) de la corona por cada pulgada o avance de perforación.
- ✓ RPC: se refiere al número de revoluciones de la corona por cada centímetro de avance o penetración

➤ Cálculo del RPI (RPC)

Los valores recomendados para estos indicadores son:

RPI entre 200 a 250

RPC entre 80 a 100

$$RPI = \frac{\text{vel. rotación (RMP)}}{\text{vel. avance(pulgadas/minuto)}} \dots \dots \dots \text{Ecua. 1}$$

$$RPC = \frac{\text{vel. rotación (RMP)}}{\text{vel. avance} \left(\frac{\text{centímetros}}{\text{minuto}} \right)} \dots \dots \dots \text{Ecu. 2}$$

Donde:

- RPI Revoluciones por minuto
- RPC Revoluciones por centímetro
- RMP Revoluciones por minuto



Tabla 4. Medición con el tacómetro la velocidad de rotación

➤ **Peso sobre la corona**

Este parámetro es muy importante para mejorar el rendimiento de RPI o RPC, como se ha mencionado más arriba. Una carga demasiado alto podría provocar un desgaste o incluso daños mecánicos. El peso sobre la corona también es importante para mantener el control de desviación de pozo. En tales casos, es recomendable una serie mayor en las coronas que están en operación, cuidando la velocidad de penetración para reducir los problemas de desviación. Si se requieren cargas muy altas para que corte la broca cambiara a una serie más alta.

➤ **Caudal del fluido**

La velocidad del fluido es otra variable importante a la hora de optimizar el rendimiento de perforación. El flujo debe enfriar efectivamente la broca y remover los detritos de la perforación, de la cara de la broca la superficie del pozo a través del espacio anular con mayor eficacia posible. El volumen del fluido aumentará en la misma medida que aumenta la distancia de penetración. Velocidad del fluido y capacidad envió depende de la viscosidad del mismo.

Los detritos suelen tener una velocidad ascendente de 4 pulgadas/segundo (10 cm/7 segundos). Demasiado volumen de fluido conduce al levantamiento hidráulico de la sarta de

perforación que impacte seriamente la carga real sobre la corona(bit), en consecuencia del resultado de perforación. Si el flujo de fluido es demasiado bajo, la broca puede desgastarse prematuramente debido al impacto abrasivo de los escombros o detritos. En rocas muy duras de grano fino, la velocidad del fluido se puede reducir deliberadamente para aumentar erosión de la matriz y así exponer nuevos diamantes. El flujo de lodo de perforación es una variable que hay que controlar para evitarlo desestabilizar el sondaje y tener demasiado consumo del fluido de perforación.

➤ **Presión de avance**

La presión de avance determina la fuerza requerida para perforar, y dependerá más de la profundidad del pozo (peso de tubería), ángulo de perforación y dureza de la roca.

Usualmente es un valor fijo que se controla de forma fija. En el pozo negativo, la presión de avance disminuirá a medida que va aumentando la profundidad del pozo, para así compensar el peso aplicado a través de las tuberías.

En contraste, en pozos positivos aumentará la presión de avance para compensar el peso en contra de la sarta de perforación.

➤ **Presión de torque**

La presión de torque es la resistencia dentro del pozo, las cuales vinculan el corte de roca, ángulo de perforación, fricción de sarta de perforación con pared de pozo, deflexión de pozo, volver el fluido de perforación otros elementos.

A mayor profundidad la fricción aumentará, por lo cual también el torque aumentará de forma proporcional. El torque a menudo está presente en terrenos complicados, por lo tanto, es inminente que se puede presentar el atrapamiento, es aquí donde se deberá prestar mayor atención a los valores registrados en el manómetro de torque. Para así evitar los posibles atrapamientos de tubería o ruptura de estas.

➤ **Presión de agua**

La presión del fluido de perforación es esencial para saber lo que puede pasar en el fondo del pozo. La presión del agua registrado en el manómetro del panel de control, indicando la capacidad obstrucción de la muestra, desgaste total de la matriz o cualquier otro fenómeno que impida el paso del fluido de perforación a través de la línea de perforación.

El fluido debe tener libertad para ingresar y salir a la superficie, en pozo con retorno o perderse en grietas en el macizo perforado, en caso no hay retorno. Los valores de alta presión también se pueden registrar cuando hay alguna fuente de agua presurizado en el fondo de pozo. Esto es algo común cuando se perfora dentro de una mina, en cuyo caso es necesario una bomba de lodos de mayor capacidad para poder bombear el agua del fondo del pozo.

¿A causa de que se desvía un pozo de perforación?

Existe muchas razones por la que un pozo se desvía de su trayectoria esperada durante la perforación. Estos factores son los siguiente:

✓ Propiedades estructurales de suelo

Cuando el suelo está formado por rocas de alta dureza, la herramienta de perforación logra una orientación más estable, este error es más pequeño. Cuando la estructura del suelo es muy blanda, la herramienta de corte se desvía fácilmente, esto se debe a que la resistencia del suelo es prácticamente nula en comparación con la presión que ejerce la broca, por lo que la herramienta puede seguir fácilmente cualquier camino

Asimismo, cuando el suelo es cambiante, es decir, de duro a blando o viceversa, o cuando encuentra un macizo con un buzamiento que corta la trayectoria de la perforación, la herramienta de corte busca "buscará" una línea que sea menos difícil de continuar, provocando la desviación. Los pozos no verticales son propensos a deformarse si el perforador no cuenta con habilidad y experiencia suficiente o carece, este generada el error más común que es la desviación del sondaje.

✓ Selección del diámetro de perforación

Si el diámetro seleccionado es demasiado grande en comparación con el diámetro de la varilla (tubería de perforación), la desviación se debe a un pandeo insuficiente, así como a un desgaste prematuro de la sarta de perforación.

✓ Desalineación, mal anclado y el mal anclado:

Esto ocurre cuando la máquina de perforación no está alineado correctamente al momento de la instalación, es decir, este error ocurre por mal operación o maniobra del operador, haciendo que el pozo de perforación se desvíe de su trayectoria prevista. Este error es muy común.

✓ **Demasiado empuje de pistón de avance (*push down*):**

Ocurre cuando un equipo de perforación o su operador, debido a su inexperiencia o exceso de confianza, aplica una presión o fuerza de perforación excesiva, creando una desviación positiva hacia arriba.

✓ **Factores típicos que contribuyen al sesgo:**

- Condiciones petrográficas
- Diámetro del pozo.
- Una especie de corona o bocado.
- Tipo y calidad del barrel.
- Escariadores.
- Velocidad de rotación.
- Presión o empuje de perforación.
- Calificaciones o experiencia en perforación.
- Posición inicial.
- Ángulo de posicionamiento.
- Profundidad del pozo.
- Cambios litológicos agudos.

✓ **Instrumentos de medición de sondajes**

Los equipos de medición de sondajes difieren en tecnología debido a la complejidad de la adquisición de datos y los cálculos de posición a lo largo del rumbo e inclinación de la trayectoria del pozo (rumbo y buzamiento de la formaciones o grietas).



Figura 13. Instrumentos de medición de sondajes

2.2.10 Tipos de equipos de medición de sondajes

- Absolutos: realizan mediciones independientes entre sí, por lo que los errores no se transfieren a la siguiente medición. Suelen ser magnéticos.
- Relaciones: usan la dirección como referencia y miden los cambios relativos a ella.

No son magnéticos. existen dispositivos en el mercado basados en estos principios, presentaremos varios tipos de quipos y tecnologías, así como la experiencia adquirida en este campo.

En instrumentos, es interesante saber que tan precisa es, su resolución y repetibilidad.

Cualquiera de estos factores por sí solo no es suficiente. Esto significa que la resolución no mejora con una mayor repetibilidad, los datos incorrectos persistentes pueden repetirse.

2.3. Definición de términos

- **Revestimiento:** son tubos de acero huecos utilizados para soportar las paredes de un pozo o donde se necesita determinar la pérdida de fluido.
- **Conjunto de perforación:** comprende la unidad de poder de perforación, sistema de control, sistema de bombeo y la plataforma de montaje.
- **Varilla de perforación:** plataforma de montaje de perforación. Overshot. Un mecanismo de enganche al final de una línea de izaje diseñado específicamente para conectar o desconectar brocas piloto o conjunto de brocas sacatestigos al perforar con el cable Wireline.
- **Wireline:** es un cable de acero trenzado conectado a un tambor de elevación que se utiliza para subir o bajar los sacatestigos.
- **Inclinómetro:** esta es una herramienta de medición especial que se coloca cerca de la broca, por lo tanto, se brinda lecturas más precisas. Se coloca entre la barra y el motor de fondo de pozo.
- **Buzamiento (dips):** es un término más usado para hacerse referencia al ángulo de inclinación de las rocas estratificadas o estructuras geológicas.
- **Testigo (core):** es una porción de roca o mineral de tamaño y peso adecuado que sirve como elemento clave para extraer toda la información necesaria.
- **Torque:** fricción al rotar la columna de perforación.
- **Arrastre:** fricción al movimiento de la columna de perforación.

- **Perforación:** su fin es abrir orificios circulares en la roca llamados como taladros, que están provistos para la extracción de testigos (Core).
- **Tubería o “sarta” de perforación:** son tubos de acero que se conectan durante la perforación, estas tuberías que esta conectados se denominan sarta de perforación. El primer tubo a instalar en el sondaje llevar en la punta una broca.
- **Broca:** aparato o herramienta para el corte de suelos y rocas utilizado en perforación o sondeos del subsuelo, que se ensambla en la tarde final de la sarta de perforación
- **Reflex Gyro:** estos son indicadores que proporcionan datos de rumbo (Azimut e Inclinación) a intervalos arbitrarios. La precisión del instrumento no se ve afectada por la interferencia magnética, lo que permite el uso en todo tipo de barras de perforación o en el terreno magnético.
- **Rotación:** Es un movimiento que gira la herramienta de corte para que ataque radicalmente la roca.
- **Winche:** de la palabra inglesa Winch, frecuentemente utilizada en el trabajo de campo para referirse a torres. Un cabrestante generalmente funciona con un motor y está diseñado para levantar y mover grandes pesos. Se utiliza con cables que puede ser neumático, eléctrico, hidráulico o mecánico.
- **Azimut:** es el ángulo que forma un círculo vertical con el meridiano que pasa por un punto de la esfera o el globo terráqueo. Lo más común es medir el azimut desde el norte (ya sea verdadero magnético, magnético o arbitrario), también se puede usar como referencia el sur, van desde 0° a 360° y no es necesario indicar el cuadrante de la línea ocupada la observada.
- **Litología:** la litología, o estudio de las piedras, emplean el conocimiento obtenido de las exposiciones en el campo o de las muestras de mano, y su denominación es casi un sinónimo de la petrología.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. Método de la investigación

El método de investigación para el presente trabajo de investigación es el científico, debido a que es un proceso riguroso y sistemático utilizado para descubrir y validar nuevos conocimientos con el propósito de comprobar la hipótesis presentada a través del estudio directo, de controlar la desviación de trayectoria de sondajes diamantinos, optimizar los costos aplicando el software de Azimuth Alignner en los proyectos de exploración o producción en la unidad minera San Cristobal – Carahuacra.

- Método general.
Correspondiente al estudio: analítico

- Método específico
Corresponde al estudio: de observación directa, descripción y de análisis.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación identificada en el trabajo será aplicado debido a que se utilizará estudios y conocimientos que se realizaron con anterioridad sobre el control de desviación de trayectoria para optimizar los costos aplicando el software de Azimuth Alignner en la unidad de San Cristobal – Carahuacra.

3.3. Nivel de investigación

En el análisis se considera que el estudio es carácter experimental ya que se experimentan nuevas soluciones o proyectos con el propósito de resolver, modificar o mejorar alguna situación concreta con la finalidad de controlar las desviaciones de trayectoria de sondajes

diamantinos, así optimizar los costos aplicando el software de Azimuth Aligner en la unidad de San Cristobal – Carahuacra.

- **Enfoque cuantitativo:** utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

3.4. Diseño de investigación:

- El presente estudio se clasifica como diseño experimental ya que cuenta con las de dos variables y a su vez se medirá y efecto en otras variables de interés.
- Transversal ya que la investigación se llevará a cabo en un momento específico, es decir, el año 2023.

3.5. Población y muestra

Población: la población está conformado por los sondajes diamantinos que se realizaron en la unidad minera San Cristobal – Carahuacra.

Muestras: la muestra está conformada de las bases de direccionamiento (Azimuth y Dips) de los cuatro taladros de sondajes diamantinos, que se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 5. Sondajes diamantinos

N°	Nombre del sondaje	Profundidad (m)
1	DDHUSC23175	150 m
2	DDHUSC23123	215 m
3	DDHUSC23151	280 m
4	DDHUCA23040	380 m

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

Las principales técnicas que use en la investigación son:

- ✓ Observación directa
- ✓ Data bibliográfica
- ✓ Análisis documental
- ✓ Fotografías

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos principales empleados en la investigación son:

- ✓ Reportes diarios en donde se da conocer la información geológica y operacional.
- ✓ Indagación documental
- ✓ Panel fotográfico

3.7. Técnica de procesamiento de datos

- ✓ Apoyo topográfico.
- ✓ Programas como software Champ Gyro.
- ✓ Procesos de logueo geológicos.
- ✓ Recaudación de los planos geológicos.

3.8. Materiales y métodos

- ✓ Fotocopias
- ✓ Laptops con software
- ✓ Papeles de trabajo

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Generalidades

➤ Ubicación y acceso

La concesión minera San Cristóbal – Carahuacra de Volcan Compañía Minera S.A. se encuentra en la parte central de la cordillera occidental de los Andes del Perú, en el distrito de Yauli, provincia de Yauli, departamento de Junín, entre los 4500 y 4700 m s. n. m., aproximadamente a 168 km de la ciudad de Lima, sus coordenadas geográficas son:

Longitud oeste 76° 06' 00''

Latitud sur 11° 43' 00''

UTM Zona: 18L Norte 8780225,37 m

Este: 344384,38 m

Tabla 6. Ruta de acceso a la unidad minera

Ruta	Carreteras	km
Lima- San Mateo – Ticllo – Yauli.	Carretera central	168 km
Huancayo – Jauja - Oroya - Yauli	Carretera central	164 km



Figura 14. Ubicación de la mina San Cristóbal – Carahuacra

➤ **Accesibilidad**

La altitud media de zona de Yauli, San Cristóbal es de 4,700 m. La mina San Cristóbal es fácil acceso, utilizando la carretera central, cerca de la ciudad de Pachachaca, que parte de un ramal de 20 km que conduce hacia mina San Cristóbal; además, existe la estación de Yauli a 12 Kilómetros del área.

4.2 Geología

4.2.1 Geología local

El domo de Yauli es una “ventana estructural.” Ubicada en los Andes centrales, donde se desarrollan importantes actividades polimetálicas como las de Volcán. Las zonas mineras como Morococha y San Cristóbal están ubicados en Yauli y son considerados de clase mundial, representan mineralogía relacionada con el sistema epitermal polimetálico, el cuerpo es reemplazados con el sistema de vetas polimetálicos, así como la mineralización involucra a pórfidos y *skarn*, lo que muestra una gran cantidad el potencial del área

4.2.2 Geología regional

El distrito minero de San Cristóbal se ubica al sur - oeste. Cuenta con una gran estructura regional de carácter interno e incluso toda la región de San Cristóbal y Morococha, llamada complejo Domal de Yauli que representa ventana de formaciones es paleozoicas dentro de la faja intracordillerana de formaciones mesozoicas.

El Paleozoico tiene dos estratos: el estrato inferior formado por el grupo Excelsior y el estrato superior por el grupo Mitú; Excelsior está aflorando al largo del anticlinal de Chumpe en la oeste del domo y en la parte anticlinal del Ultimátum hacia el este; Mitú aflora en la

mayoría del domo. El margen formado por formaciones mesozoicas: el grupo Pucará, grupo Goylariskizga, grupo Machai y formación Jumasha. Tanto los cuerpos intrusivos y capas extrusivas indican actividad ígnea en la zona.

4.2.3 Estratigrafía

En el área San Cristobal, la estratigrafía se extiende desde el Paleozoico hasta el Cretácico superior.

➤ Grupo Excélsior (Silúrico - Devónico)

Las rocas más antiguas que afloran en el área son las del grupo Excélsior y conforman el núcleo del Anticlinal Chumpe. La potencia total de este grupo es desconocida, sin embargo, J.V. Harrison (1943) determinó una potencia de 1800 metros para una secuencia equivalente en los alrededores de Tarma. Este grupo está constituido predominantemente por filitas (lutitas metamorfoseadas) con intercalaciones de cuarcitas, vulcanitas verdes y bancos calcáreos marmolizados con fósiles (crinoideos); todo el conjunto está intensamente plegado, con la formación de una esquistosidad sub paralela a los planos axiales de los pliegues.

Mineralización en este grupo es reconocida, principalmente en filones, además de la descrita por H.W. Kobe, que reconoce dos tipos; una tipa manto en la mina Ultimátum de Fe, Zn, Pb, Ag; y la otra estrictamente estrato-ligada ubicada en el anticlinal Ultimátum, de Ni, Co, As (Sb), Fe, S.

➤ Grupo Mitú (Pérmico)

Discordantemente sobre las rocas del grupo Excélsior yacen una serie de volcánicos, constituidos por derrames andesíticos, y dacíticos, brechas, aglomerados y tufos, formando una serie variada que localmente es conocida como volcánicos Catalina; hacia el techo de esta serie volcánica, particularmente hacia el NE aparece una serie Vulcano sedimentaria con conglomerados y areniscas.

La mineralización en este grupo es ampliamente reconocida a lo largo de todo el Domo de Yauli, siendo principalmente en la forma de filones y diseminada.

Debido a su naturaleza irregular la potencia total del grupo Mítu es muy variable, al oeste de la mina San Cristóbal la potencia de los volcánicos Catalina es aproximadamente 800 metros. La edad del grupo Mítu fue considerado como del Carbonífero superior (Mc Laughlin 1940) y posteriormente asignada al Pérmico.

➤ **Grupo Pucara (Triásico Superior – Liásico)**

Un conjunto de facies calcáreas denominado grupo Pucará reposa en marcada discordancia sobre el grupo Mitú; este conjunto está dividido en tres formaciones: Chambará, Aramachay, y Condorsinga (en el área sólo existiría la parte superior del Aramachay, y Condorsinga); estando íntimamente relacionado a la mineralización económica del área. A continuación, se realiza una caracterización estratigráfica de ese grupo que fue descrita por varios geólogos.

➤ **Formación Chambará (Triásico superior)**

Constituida por calizas, calizas dolomíticas, dolomitas, separadas por capas calcáreo-arcillosas y tufos de algunos centímetros; las rocas calcáreas tienen un color gris claro variando a negro, que parece ligado a un porcentaje creciente de materia orgánica. Brechas intraformacionales monogénicas están presentes, aunque raras veces.

➤ **Formación Aramachay (Liásico: Hetangiano - Sinemuriano)**

Está representada por pizarras limosas que predominan, seguidas de areniscas de grano fino, calizas y de *chert* en capas; las calizas se presentan en bancos de 20 a 50 centímetros, frecuentemente lenticulares, o en nódulos discoídalos de hasta un metro de diámetro; se nota también capas vulcano- detríticas. El conjunto tiene un tinte negro y una pátina bruno-lilácea muy característica.

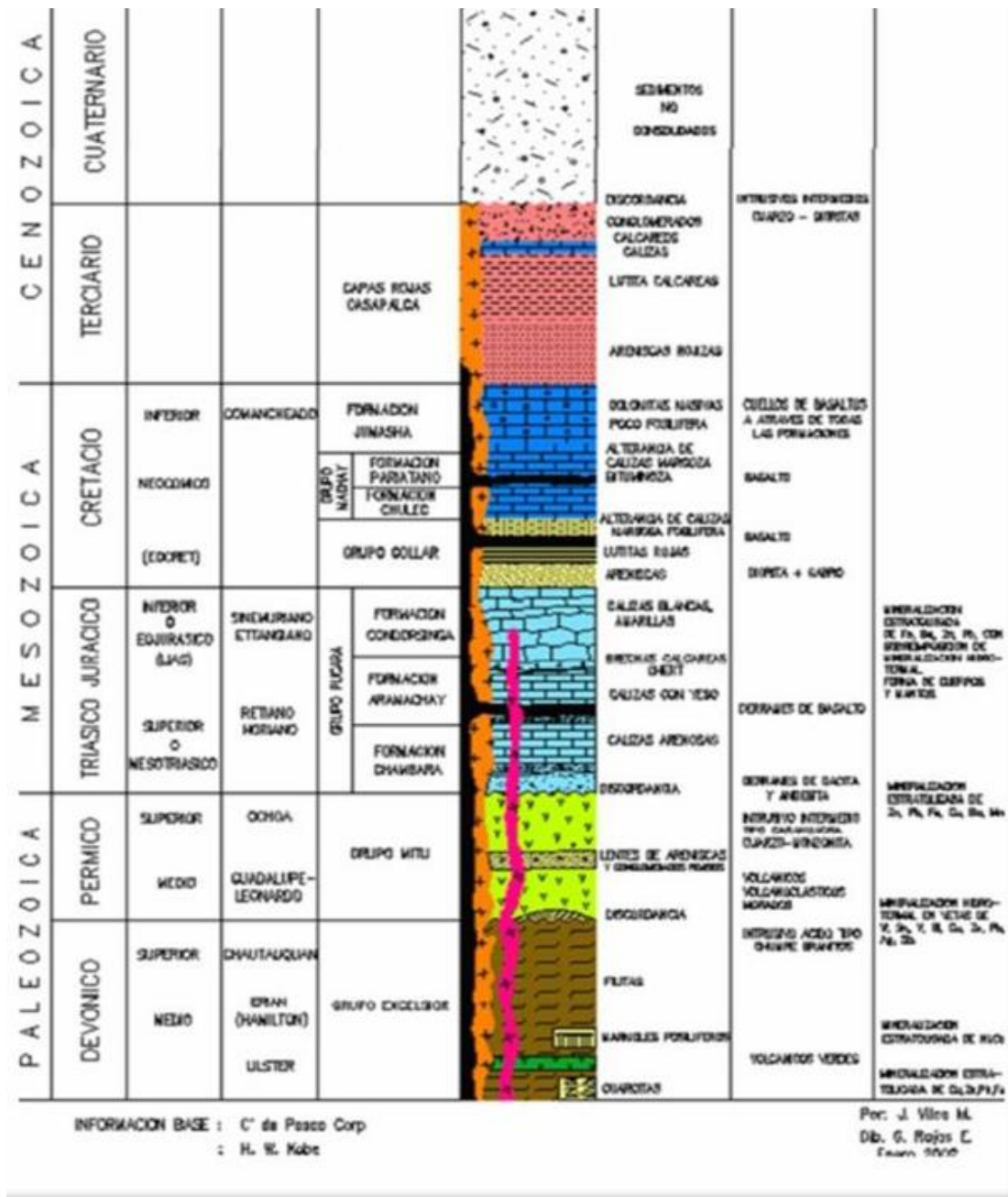


Figura 15. Columna estratigráfica Tomada del Área de Geología

➤ Formación Condorsinga (Liásico Toarciano)

Es casi exclusivamente calcárea, las calizas que la componen en su mayor parte son oolíticas o bioclásticas, ellas contienen *chert* abundante en la mitad inferior de la formación; intercalaciones tufáceas de color gris claro, de grano fino a medio, son comunes. Las calizas varían de color gris claro a gris oscuro, son de grano fino, hay zonas donde están fuertemente brechadas.

La mineralización en este grupo es ampliamente conocida en la región central del Perú. En la zona, mantos que se emplazan al techo de la Aramachay y base de la Condorsinga tienen

potencias variables desde unos cuantos centímetros hasta varios metros; la mineralogía está constituida principalmente por esfalerita, hematita, minerales de plata, carbonatos como siderita, rodocrosita etc.

➤ **Grupo Goyllarisquizga (Cretácico Inferior)**

Sobre el grupo Pucará yace en discordancia paralela el grupo Goyllarisquizga, que se depositó en dos fases sucesivas. La primera compuesta por depósitos de granulometría fina a muy fina, de facies llanura aluvial con pelitas rojas y escasas intercalaciones de areniscas de facies de desbordamiento, depositadas en un ámbito climático semiárido mostrado en la fuerte oxidación de las pelitas. Durante la segunda fase hay un cambio brusco respecto a la primera, depositándose areniscas medianas hasta muy gruesas y niveles conglomeráticos con troncos de árboles actualmente silicificados, en un ambiente húmedo e importante actividad ígnea evidenciada por sills de basalto. En San Cristóbal, su potencia alcanza 100 metros. El grupo Goyllarisquizga ha sido atribuido al Cretácico inferior- Valanginiano-Aptiano.

➤ **Grupo Machay (Cretácico Medio)**

• **Formación Chúlec**

Originalmente descrita por Mc Laughlin (1924) como el miembro inferior del grupo Machay, fue elevada al nivel de formación por Benavides (1956). Esta formación totalmente carbonatada, litológicamente está conformada por una alternancia de calizas y margas de facies de plataforma externa. Es muy fosilífera y constituye la primera formación cretácica de los Andes centrales correctamente datada. Toda la serie en su conjunto está intensamente bioturbada. En potencia varía desde 250 m justo al SO de Morococha a 350 m en Carahuacra. La base de la formación Chúlec está considerada como la base del primer horizonte calcáreo arriba de las areniscas cuarzosas del grupo Goyllarisquizga y data del Albiano medio.

• **Formación Pariatambo**

Definida por Mc Laughlin (1924) como el miembro superior del grupo Machay, ahora se considera una formación separada. Esta formación fácil de localizar en el paisaje por su coloración negra característica, escasa resistencia a la erosión y litología monótona está constituida por una alternancia margo-caliza de pequeños bancos claros y oscuros generalmente muy bituminosos, señalados por un olor fétido muy pronunciado. Los niveles claros son mudstones con "packstones" calcáreo-dolomíticos algunas veces ligeramente siltosos. Los bancos oscuros son margas calcáreo-dolomíticas muy bituminosos. Toda esta formación depositada en una plataforma relativamente profunda y aislada contiene numerosos amonites poco fragmentados y restos de peces. El tope, está marcado por la aparición de sílex que se halla a veces en tal cantidad que llega a formar bancos decimétricos con dolomitas intercaladas.

Las variaciones de espesor son pequeñas, entre 50 y 75 m; encontrándose los extremos en Morococha con 15 m y en San Cristóbal con 130 m, además en este último también se presenta una decena de metros de areniscas finas intercaladas en la parte media de la formación. La fauna de esta formación es Albiana superior e incluye *Inoceramus* y *Exogyra* (Wilson, 1963).

- **Formación Jumasha**

Concordantemente sobre la formación Pariatambo, se encuentra la formación Jumasha. Litológicamente, es la más homogénea de las formaciones cretácicas expuestas en el domo de Yauli. Consiste casi enteramente de una serie carbonatada dolomítica, masiva y poco fosilífera con escasos lentes de areniscas y sílex, depositada en una plataforma ligeramente confinada y de poca profundidad. Los amonites encontrados pertenecen al Albiano Superior- Turoniano.

4.2.4 Estructuras geológicas

➤ Plegamiento

La estructura regional dominante es el domo de Yauli, que se extiende longitudinalmente en aproximadamente 35 kilómetros, desde San Cristóbal hasta Morococha, y transversalmente 10 kilómetros; el rumbo promedio de esta estructura es N 40° O; es asimétrico, su flanco este buza entre 30° y 40° mientras su flanco oeste buza entre 60° y 80°; está conformado por varios 41 anticlinales y sinclinales, de los cuales los anticlinales más importantes son el de Chumpe y el de Yauli (Ultimátum); sus ejes tienen un rumbo que varía entre N 35° y 40° O. El anticlinal Chumpe está en el extremo oeste, su flanco occidental tiene un buzamiento de 55° al SO, mientras que el oriental buza 30° al NE; el núcleo de este anticlinal está formado por rocas del grupo Excélsior; el flanco occidental está compuesto por calizas Pucará y areniscas Goyllarisquizga; en el flanco oriental se extienden las rocas del grupo Mitú por varios kilómetros y sobre éstas las del grupo Pucará. Es considerado como el extremo suroeste del Domo de Yauli, donde la mayor acción del plegamiento ha tenido lugar.

Dos periodos principales de tectónica son reconocidos en la región: el primero del Pérmico Inferior, denominado Tectónica Tardihercinica, que dio lugar a un intenso plegamiento de las filitas Excélsior; el segundo período denominado Tectónica Andina, que plegó principalmente las rocas mesozoicas, comenzó a fines del Cretácico y continuó durante el principio y mediados del Terciario, reconociéndose tres etapas de plegamiento en la cordillera de los Andes; el "Peruano" a fines del Cretácico, y antes de la deposición de las capas rojas; el "Incaico" a principios del Terciario, fue el más intenso y a él siguió un período de actividad ígnea; y finalmente el "Quechua" a mediados del Terciario.

➤ **Fracturamiento**

El fracturamiento en el área de San Cristóbal parece ser el resultado de las fuerzas compresivas e intrusivas que dieron lugar a la formación del domo de Yauli. Probablemente a fines del Cretácico, plegamiento "Peruano" fuerzas de compresión de dirección NE – SO comenzaron a formar el anticlinal Chumpe, a medida que las fuerzas de compresión aumentaban de intensidad durante el plegamiento "Incaico", los estratos inferiores de caliza resbalaron sobre los volcánicos subyacentes, dando lugar a la formación de repetidas fallas inversas acompañadas de pliegues 42 de arrastre (los sobre escurrimientos y fallas inversas encontrados al oeste de San Cristóbal, en las calizas del grupo Pucará, pueden pertenecer a este sistema, Szekely 1967). Fuerzas tensionales al cesar momentáneamente las compresivas dieron lugar a la formación de fracturas longitudinales paralelas al eje del anticlinal Chumpe, las cuales fueron posteriormente rellenadas por los diques de alaskita que ocurren en el núcleo de dicho anticlinal. Al seguir actuando las fuerzas de compresión dio lugar a la formación de fracturas de cizalla de rumbo E - O; la veta principal San Cristóbal y la veta Virginia al pasar a las filitas, veta Prosperidad. Durante el plegamiento "quechua", el anticlinal Chumpe continuó siendo afectado por fuerzas de compresión, además de la intrusión de los stocks de monzonita cuarcífera, produjeron un levantamiento y arqueamiento del anticlinal, lo cual produjo fracturas de tensión; Virginia, Ferramina, San Cristóbal, Catalina, Polonia, en la zona de los volcánicos.

4.2.5 Ocurrencia de la mineralización

La complejidad geológica del distrito ha dado lugar a la formación de una variedad de depósitos minerales.

➤ **Vetas**

Las vetas o filones fueron formadas principalmente por relleno de fracturas (Imagen N°5), siendo mejor mineralizadas aquellas que se formaron a lo largo de fracturas de tensión; las fallas de cizalla por contener mucho panizo no fueron bien mineralizadas o pobremente mineralizadas. Se encuentran localizadas en todo el distrito minero, con su mayor desarrollo en los volcánicos del grupo Mitú.

➤ **Manto**

Los mantos se encuentran localizados en el flanco oeste del anticlinal (Imagen N°6), en las calizas Pucará; a partir del contacto con los volcánicos Mitú, se ubican concordantemente con la estratificación.

➤ Cuerpos

Al igual que los mantos se encuentran localizados en el flanco oeste del anticlinal, en las calizas Pucará, y se forman por la unión de varios mantos o en la intersección de una veta con algún manto.

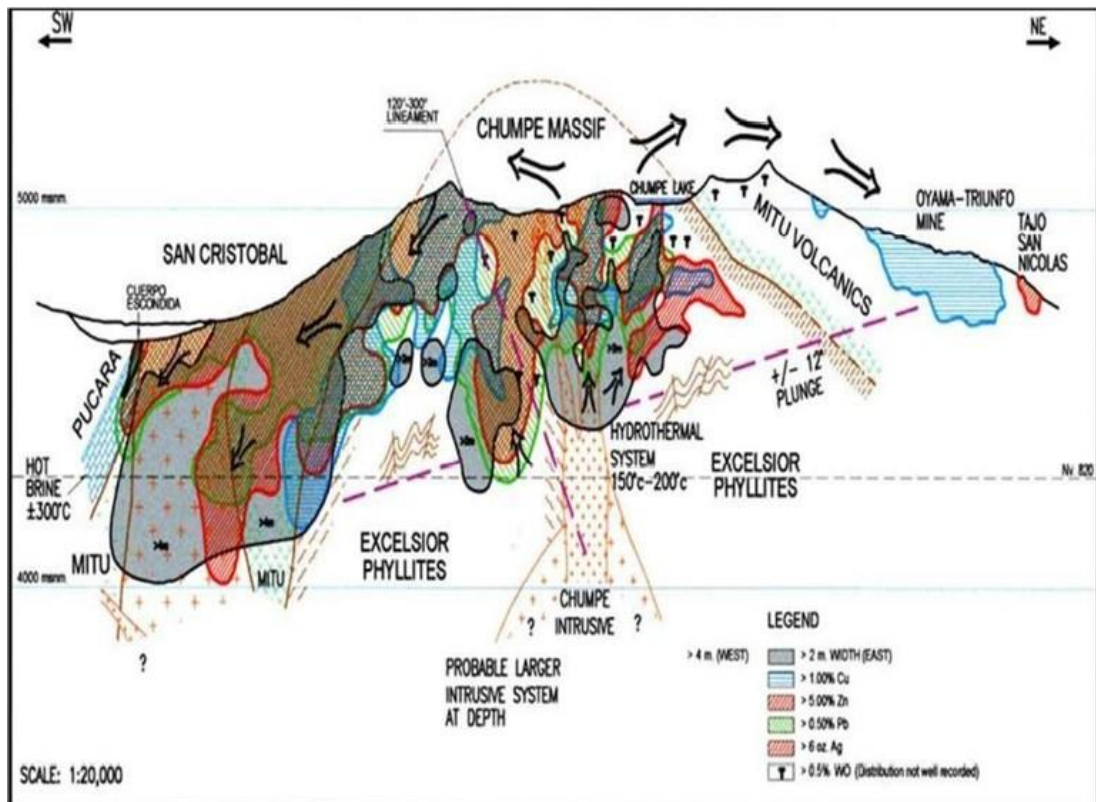


Figura 16. Modelo de Mineralización de la Veta San Cristobal en el Domo de Yauli Tomada del Área de Geología

4.3 Análisis e interpretación de los resultados

4.3.1 Recopilación de datos antes de la medición los sondajes

Los proyectos de sondajes que tendremos serán 3 pozos de una cierta profundidad perforados para el departamento de geología, estas son los siguientes:

- ✓ DDHUCA23040 =38 0 m perforados
- ✓ DDHUSC23151 =280 m perforados
- ✓ DDHUSC23123 =215 m perforados
- ✓ DDHUSC23175 =150 m perforados

A partir de todo el conjunto de informes de perforación ya sean los reportes de perforación de cada guardia como también los apuntes en el campo, se genera una base de datos correspondiente de ciertos tramos perforadas por cada guardia en la jornada de perforación hasta culminar el proyecto del sondaje.

A continuación, se muestran las lecturas del inclinómetro de los tres pozos mencionados a medida que la perforación comienza en estos pozos, si no se logra la precisión correcta en la nivelación de la maquina antes de iniciar la perforación, este se considerará como una orientación errónea y, por lo tanto, se requerirá maniobrar el equipo de perforación correcto en el sitio de perforación para una instalación adecuada.

Más adelante, se mostrará la base de datos con el inclinómetro de los sondajes antes de iniciar la perforación.

La medición de la desviación de los sondajes con el giroscopio con referencia de marca Reflex se realizó en las diferentes líneas que son PQ, HQ, NQ con ángulos de 0° a 90° ya sea positivo, horizontales y negativos, profundidad de hasta 3500 metros, brinda la recuperación de datos óptimos que son datos de la mejor calidad.

➤ **Procedimiento**

Para el presente proyecto de investigación se obtuvo los siguientes datos para la exploración en la mina San Cristobal Nv 870 y 1420 Zona II Veta K, Manto Jovencita y veta Split.

Tabla 7. Datos del proyecto en perforación

Proyecto	Profundidad perforación (m)	Ángulo de perforación (Deg)	Azimut	Constante (m)	Profundidad realizada la medición (m)
DDHUCA23040	390	11.88°	292.33°	1.5	380
DDHUSC23151	290	1.61°	211°	1.5	280
DDHUSC23123	225	-17°	300°	1.2	215
DDHUSC23175	160	-64.18°	297.01	1.2	150

En la tabla 7 se puede apreciar los datos iniciales de cada punto de sondajes que se realizará para el presente trabajo de investigación ya sean el nombre del sondaje, profundidad de perforación, el Dips, Azimut, el constante y por último la profundidad que se realizó la medición.

Para la perforación diamantina se debe de tener en cuenta los siguiente:

➤ **Ubicación de la máquina en la cámara DDH**

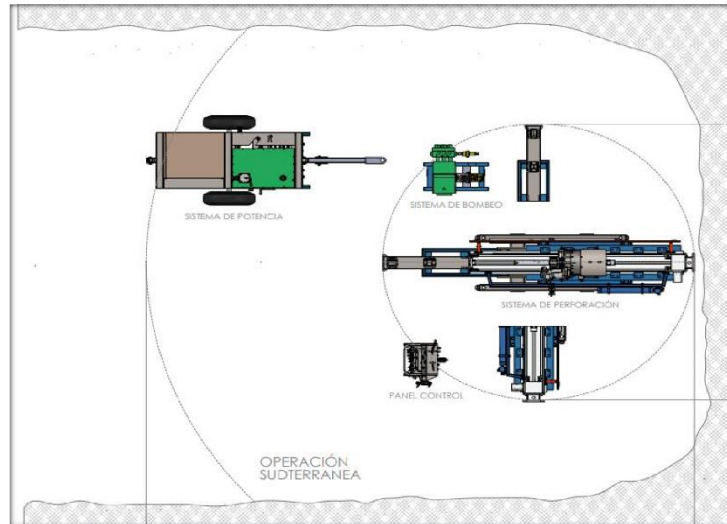


Figura 17. Ubicación de la máquina en la cámara DDH

4.3.2 Procedimiento de perforación diamantina

➤ **Coordinación de las tareas a realizar, con el supervisor de operaciones**

Antes de iniciar la tarea el perforista DDH debe recibir la orden de trabajo clara, completa, entendible y por escrito, incluyendo las recomendaciones de seguridad, firmado por el supervisor de operaciones y ratificado por el trabajador. Asimismo, incluir las recomendaciones de Geomecánica.

Realizar una buena coordinación con el supervisor en el cambio de guardia, que informarán los peligros y riesgos de las actividades relevantes del turno anterior.

➤ **Monitorear el área de trabajo con el monitor de gases.**

Utilizar el monitor de gas al ingreso a la labor verificando que las concentraciones no excedan en monóxido de carbono (CO) 25ppm, dióxido de carbono (CO₂) 5000PPM, gases nitrosos (NO₂) 3ppm ácido sulfuroso (H₂S) 10ppm y que el oxígeno (O₂) no baje del 19.5%.

Registrar en el panel informativo el monitoreo de gases.

Evacuar de la labor si las concentraciones de gases exceden los LMP.

- Inspeccionar la cámara diamantina llenando el IPERC y las herramientas de gestión según los peligros identificados

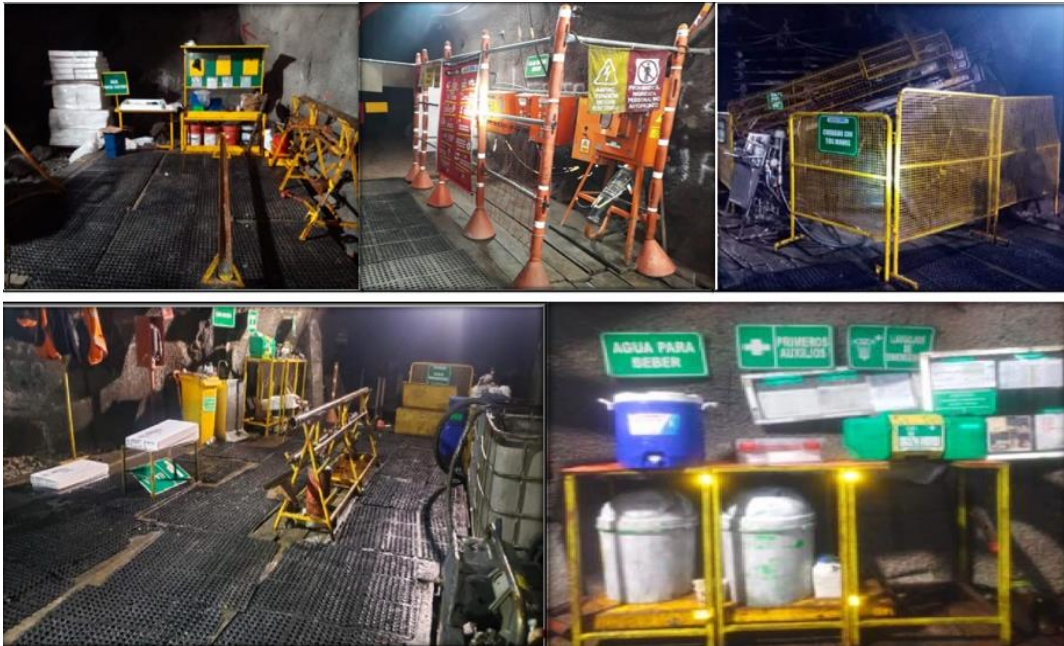


Figura 18. Inspeccionar la cámara diamantina

- ✓ Verificar que la labor esta ordenada y libre de obstáculos en el acceso y la misma cámara.
- ✓ Verificar que las tablas se encuentren con piso antideslizante en toda el área de tránsito.
- ✓ Verificar las condiciones de la cámara diamantina inspeccionando el frente, atrás, derecha, izquierda, arriba y abajo y describir lo observado en el IPERC continuo.
- ✓ Realizar desatado manual de rocas y/o shotcrete a una altura menor de 3.5 m.
- ✓ Reportar al supervisor si la altura a desatar es mayor a 3.5mtrs, para su desatado mecanizado.
- ✓ Cumplir con los controles registrados en el IPERC Continuo
- ✓ Comunicar a la supervisión de las condiciones que se encuentren en riesgo alto que no se puedan levantar.
- ✓ Revisar el cuaderno de relevo entre guardia entrante y saliente.
- ✓ Uso de respirador y lentes en todo momento.

- **Inspeccionar la maquina diamantina componente, accesorios, barandas y herramientas manuales**



ESTANDAR DE LAS DIFERENTES
CAMARAS DE PERFORACION DDH

Figura 19. Inspeccionar la maquina diamantina componente

- **Inspeccionar que las barandas, gradas y plataformas se encuentren bien ubicados y correctamente ubicados**
 - ✓ Uso de barandas en todo momento de las actividades
 - ✓ Realizar la inspección la parte eléctrica con guates dieléctrico clase “0” (1000v) y revelador de energía CAT IV 1000V.
 - ✓ Inspeccionar la maquina con energía cero verificando mediante el probador de energía
 - ✓ Verificar las conexiones de las mangueras, cables, guardas, panel de control que debe estar bien aseguradas
 - ✓ Verificar el anclaje de la maquina DDH que deberá estar estable entre el perno de anclaje y el bastidor de la maquina DDH
 - ✓ Verificar el funcionamiento de la parada de emergencia encendiendo la maquina DDH y apangándolo con la parada de emergencia que se encuentra en el panel de control.
 - ✓ Inspeccionar las herramientas manuales antes de utilizarlos, deben estar con la inspección mensual y en buenas condiciones
- **Engrasar la maquina DDH, los accesorios y componentes de perforación**
 - ✓ Antes de engrasar se debe inspeccionar los Epps.

- ✓ Para engrasar barras de perforación y bomba conexión del Colocar en una posición estable y fácil de engrase en el caballete
 - ✓ Usar bandejas de contención debajo de las partes a engrasar
 - ✓ Contar con un kit anti derrame ante cualquier derrame de grasa o aceite
 - ✓ En caso de contacto con los ojos contar con lava ojos.
- **Encender la máquina por el perforista (Cuando las palancas se encuentren en posición neutral)**
- ✓ Para la encender la máquina el perforista debe verificar que las palancas se encuentren en posición neutral
 - ✓ Para la manipulación de tablero eléctrico de la unidad de poder debe usar su probador de energía en la caja eléctrica antes de manipularlo y se debe contar con el revelador de energía.
- **Preparar los aditivos de perforación de acuerdo a la litología**
- ✓ Inspeccionar el acceso a la tina de lodos que no cuente con aditivos sobre el piso
 - ✓ El perforista verificará que los aditivos estén dentro de su respectiva bandeja de contención.
 - ✓ Una vez verificado el perforista indicara a uno de los ayudantes la preparación de los aditivos de acuerdo a la evaluación de la litigia.
 - ✓ Cuando ocurra el derrame de aditivos se usará las bandejas y el kit anti derrames para recoger el aditivo derramado
 - ✓ Si el aditivo entra en contacto con los ojos se usará la lava ojos como indica en las hojas MSDS lo cual estará disponible en el panel informativo.
 - ✓ Los residuos producto de los envases de los aditivos se realizar la segregación de acuerdo al código de colores y posterior a ellos se evacuará a superficie al punto de acopio temporal.
- **Comunicar a los ayudantes para el cargado del tubo interior**
- ✓ El perforista indicara a los ayudantes para el cargado del tubo interior lo cual lo realizarán entre dos personas.
 - ✓ El perforista indicara a los ayudantes apara el carguío de la barra de perforación lo cual lo realizarán entre los dos ayudantes y con apoyo del *rod Lifter* o *power grip*.
 - ✓ luego colocará la barra en la bomba conexión y embonará dicha barra (Kelly).
- **Inyectar el fluido al sondaje iniciando con la perforación DDH**
- ✓ El perforista activara la palanca de bombeo e inyectara el fluido de perforación al sondaje mediante la bomba de lodos hasta armar el tubo interior.
 - ✓ Una vez armado el tubo interior se continúa con la perforación con los parámetros establecidos.

- **Una vez llenado el tubo interior de testigo el perforista desembrará la barra con la bomba conexión**
- ✓ El perforista indicara a los ayudantes para desembrar manualmente la barra con la bomba conexión una vez desembrado colocaran la barra en la plataforma.

- **Extraer de tubo interior con el *winche wire line***
- ✓ Los ayudantes colocaran el pescador con el cable *wire line* a la columna de perforación para la extracción del tubo interior con muestra mediante el *winche wire line*.

- **Descargar y cargar del tubo interior (Inner tube) y trasladar al caballete porta tubo interior**



Figura 20. Descargar y cargar del tubo interior

- ✓ Descargaran el tubo interior entre los 2 ayudantes y colocaran en la plataforma y luego su traslado al caballete porta tubo interior.
- ✓ El ayudante de primera desenganchara el pescador del tubo interior, mientras el segundo ayudante colocara la faja sujetando en el cabezal (solo para ángulos inferiores a -25°) para retirar el tubo interior fuera del tubo de perforación.
- ✓ Los ayudantes en coordinación colocaran el tubo interior vacío en la columna de perforación.
- ✓ Luego colocará la barra en la bomba conexión y embonará dicha barra (Kelly)

4.4 Evaluación de la desviación en la perforación

4.4.1 Evaluación sondaje:CS_DDHUCA23040 longitud 380 m

Tabla 8. Evaluación sondaje: DDHUCA23040 longitud 38 0m

CIA de perforación: Rock Drill / XRD-90-02										
SURVEY CALCULATIONS Filename: cs_DDHUCA23040_380m_final ut, SN 14683 Minimum										
Curvature Method Report Date/Time: 7/09/2023 / 09:56										
Measured	Dip	Drift				Vertical	Closure	Closure	Dogleg	
Depth	Angle	Direction	Elev	Northing	Easting	Section	Distance	Direction	Severity	
m	Deg	Deg	m	m	m	m	m	Deg	Deg/30	
0.00	1.98	211.26	4189.57	8704535.87	383329.25	8704535.87	0.00	0.00	0.00	
5.00	1.61	211.06	4189.73	8704531.60	383326.67	8704531.60	5.00	211.16	2.52	
10.00	1.52	211.00	4189.87	8704527.31	383324.09	8704527.31	10.00	211.10	0.65	
15.00	1.44	211.13	4190.00	8704523.03	383321.51	8704523.03	14.99	211.09	0.97	
20.00	1.35	211.14	4190.12	8704518.75	383318.93	8704518.75	19.99	211.10	0.54	
25.00	1.10	211.17	4190.22	8704514.48	383316.34	8704514.48	24.99	211.11	1.50	
30.00	1.09	211.15	4190.32	8704510.20	383313.75	8704510.20	29.99	211.12	0.15	
35.00	0.99	211.18	4190.41	8704505.92	383311.17	8704505.92	34.99	211.13	0.64	
40.00	0.96	211.11	4190.50	8704501.64	383308.58	8704501.64	39.99	211.13	0.48	
45.00	0.92	211.08	4190.58	8704497.36	383306.00	8704497.36	44.99	211.12	0.33	
50.00	0.75	211.12	4190.65	8704493.08	383303.42	8704493.08	49.99	211.12	1.06	
55.00	0.66	211.12	4190.71	8704488.80	383300.83	8704488.80	54.99	211.12	0.54	
60.00	0.71	211.02	4190.77	8704484.52	383298.25	8704484.52	59.99	211.12	0.70	
65.00	0.57	210.97	4190.83	8704480.23	383295.68	8704480.23	64.99	211.11	0.92	
70.00	0.46	210.93	4190.87	8704475.94	383293.11	8704475.94	69.99	211.10	0.67	
75.00	0.35	210.95	4190.91	8704471.65	383290.54	8704471.65	74.99	211.09	0.70	
80.00	0.32	210.85	4190.94	8704467.36	383287.97	8704467.36	79.99	211.07	0.60	
85.00	0.35	210.82	4190.97	8704463.07	383285.41	8704463.07	84.99	211.06	0.25	
90.00	0.52	210.73	4191.01	8704458.78	383282.85	8704458.78	89.99	211.04	1.16	
95.00	0.06	210.77	4191.03	8704454.48	383280.29	8704454.48	94.99	211.03	2.79	
100.00	0.17	210.84	4191.04	8704450.18	383277.73	8704450.18	99.99	211.02	0.79	
105.00	0.07	210.88	4191.05	8704445.89	383275.17	8704445.89	104.99	211.01	0.65	
110.00	0.02	210.84	4191.05	8704441.60	383272.60	8704441.60	109.99	211.00	0.34	
115.00	-0.21	210.81	4191.05	8704437.31	383270.04	8704437.31	114.99	211.00	1.39	
120.00	-0.17	210.79	4191.03	8704433.01	383267.48	8704433.01	119.99	210.99	0.23	
125.00	-0.18	210.86	4191.01	8704428.72	383264.92	8704428.72	124.99	210.98	0.37	
130.00	-0.14	210.84	4191.00	8704424.42	383262.35	8704424.42	129.99	210.98	0.27	
135.00	0.01	210.93	4190.99	8704420.13	383259.79	8704420.13	134.99	210.97	1.03	
140.00	-0.20	210.98	4190.99	8704415.85	383257.22	8704415.85	139.99	210.97	1.28	
145.00	-0.24	211.05	4190.97	8704411.56	383254.64	8704411.56	144.99	210.97	0.51	
150.00	-0.27	211.04	4190.94	8704407.28	383252.06	8704407.28	149.99	210.98	0.19	
155.00	-0.32	211.00	4190.92	8704402.99	383249.48	8704402.99	154.99	210.98	0.41	
160.00	-0.56	211.04	4190.88	8704398.71	383246.91	8704398.71	159.99	210.98	1.46	
165.00	-0.69	211.08	4190.83	8704394.42	383244.33	8704394.42	164.98	210.98	0.81	
170.00	-0.76	211.15	4190.76	8704390.14	383241.74	8704390.14	169.98	210.98	0.59	
175.00	-0.80	211.20	4190.69	8704385.87	383239.16	8704385.87	174.98	210.99	0.34	
180.00	-0.69	211.22	4190.63	8704381.59	383236.57	8704381.59	179.98	211.00	0.66	
185.00	-0.66	211.25	4190.57	8704377.32	383233.97	8704377.32	184.98	211.00	0.27	
190.00	-0.57	211.27	4190.52	8704373.04	383231.38	8704373.04	189.98	211.01	0.52	

195.00	-0.82	211.26	4190.46	8704368.77	383228.78	8704368.77	194.98	211.02	1.52
200.00	-1.19	211.24	4190.37	8704364.49	383226.19	8704364.49	199.98	211.02	2.22
205.00	-0.95	211.18	4190.28	8704360.22	383223.60	8704360.22	204.98	211.03	1.52
210.00	-0.86	211.12	4190.20	8704355.94	383221.01	8704355.94	209.98	211.03	0.64
215.00	-0.94	211.10	4190.12	8704351.66	383218.43	8704351.66	214.98	211.03	0.53
220.00	-1.01	211.12	4190.03	8704347.38	383215.85	8704347.38	219.98	211.03	0.42
225.00	-1.23	211.09	4189.94	8704343.10	383213.27	8704343.10	224.98	211.03	1.33
230.00	-1.06	211.03	4189.84	8704338.82	383210.69	8704338.82	229.98	211.04	1.03
235.00	-1.17	211.00	4189.74	8704334.53	383208.11	8704334.53	234.98	211.03	0.69
240.00	-1.34	211.03	4189.63	8704330.25	383205.53	8704330.25	239.97	211.03	1.00
245.00	-1.25	210.99	4189.52	8704325.96	383202.96	8704325.96	244.97	211.03	0.54
250.00	-1.27	210.93	4189.41	8704321.68	383200.39	8704321.68	249.97	211.03	0.39
255.00	-1.35	210.92	4189.29	8704317.39	383197.82	8704317.39	254.97	211.03	0.51
260.00	-1.38	210.88	4189.17	8704313.10	383195.25	8704313.10	259.97	211.03	0.27
265.00	-1.50	210.82	4189.05	8704308.81	383192.69	8704308.81	264.97	211.02	0.81
270.00	-1.63	210.79	4188.91	8704304.52	383190.13	8704304.52	269.97	211.02	0.82
275.00	-1.77	210.75	4188.76	8704300.22	383187.57	8704300.22	274.96	211.02	0.89
280.00	-1.80	210.68	4188.61	8704295.93	383185.02	8704295.93	279.96	211.01	0.46
285.00	-1.94	210.61	4188.44	8704291.63	383182.47	8704291.63	284.96	211.00	0.91
290.00	-2.08	210.56	4188.27	8704287.32	383179.93	8704287.32	289.96	211.00	0.93
295.00	-2.04	210.48	4188.09	8704283.02	383177.39	8704283.02	294.95	210.99	0.51
300.00	-1.97	210.43	4187.91	8704278.71	383174.86	8704278.71	299.95	210.98	0.51
305.00	-2.20	210.46	4187.73	8704274.40	383172.33	8704274.40	304.94	210.97	1.37
310.00	-2.26	210.39	4187.54	8704270.10	383169.80	8704270.10	309.94	210.96	0.55
315.00	-2.23	210.38	4187.34	8704265.79	383167.27	8704265.79	314.94	210.95	0.17
320.00	-2.26	210.38	4187.15	8704261.48	383164.74	8704261.48	319.93	210.94	0.13
325.00	-2.32	210.32	4186.95	8704257.16	383162.22	8704257.16	324.93	210.94	0.50
330.00	-2.35	210.24	4186.74	8704252.85	383159.70	8704252.85	329.92	210.93	0.54
335.00	-2.50	210.16	4186.53	8704248.53	383157.19	8704248.53	334.92	210.91	0.99
340.00	-2.62	210.16	4186.31	8704244.21	383154.68	8704244.21	339.91	210.90	0.73
345.00	-2.68	210.06	4186.08	8704239.89	383152.17	8704239.89	344.91	210.89	0.68
350.00	-2.79	209.97	4185.84	8704235.57	383149.67	8704235.57	349.90	210.88	0.88
355.00	-2.96	209.94	4185.59	8704231.24	383147.18	8704231.24	354.89	210.87	0.99
360.00	-2.98	209.87	4185.33	8704226.91	383144.69	8704226.91	359.89	210.85	0.42
365.00	-3.12	209.84	4185.06	8704222.58	383142.21	8704222.58	364.88	210.84	0.87
370.00	-3.25	209.82	4184.78	8704218.25	383139.72	8704218.25	369.87	210.83	0.75
375.00	-3.30	209.87	4184.50	8704213.92	383137.24	8704213.92	374.86	210.81	0.44
380.00	-3.36	209.90	4184.21	8704209.60	383134.75	8704209.60	379.85	210.80	0.40
380.00	-3.31	209.90	4184.21	8704209.60	383134.75	8704209.60	379.85	210.80	0.00
375.00	-3.23	209.89	4184.49	8704213.92	383137.24	8704213.92	374.86	210.81	0.50
370.00	-3.20	209.84	4184.77	8704218.25	383139.72	8704218.25	369.87	210.83	0.31
365.00	-3.20	209.81	4185.05	8704222.58	383142.21	8704222.58	364.88	210.84	0.22
360.00	-3.17	209.82	4185.33	8704226.91	383144.69	8704226.91	359.89	210.85	0.20
355.00	-3.01	209.86	4185.60	8704231.25	383147.17	8704231.25	354.90	210.87	0.97
350.00	-2.93	209.90	4185.86	8704235.57	383149.66	8704235.57	349.90	210.88	0.53
345.00	-2.84	209.92	4186.11	8704239.90	383152.15	8704239.90	344.91	210.90	0.56
340.00	-2.72	209.99	4186.35	8704244.23	383154.65	8704244.23	339.92	210.91	0.82
335.00	-2.63	210.09	4186.59	8704248.55	383157.15	8704248.55	334.92	210.92	0.81
330.00	-2.56	210.14	4186.81	8704252.87	383159.65	8704252.87	329.93	210.93	0.53
325.00	-2.46	210.13	4187.03	8704257.19	383162.16	8704257.19	324.93	210.95	0.62

320.00	-2.42	210.20	4187.24	8704261.51	383164.67	8704261.51	319.94	210.96	0.51
315.00	-2.32	210.26	4187.45	8704265.83	383167.19	8704265.83	314.94	210.97	0.68
310.00	-2.27	210.30	4187.65	8704270.14	383169.70	8704270.14	309.95	210.98	0.40
305.00	-2.26	210.32	4187.85	8704274.46	383172.23	8704274.46	304.95	210.99	0.12
300.00	-2.24	210.32	4188.04	8704278.77	383174.75	8704278.77	299.96	211.00	0.09
295.00	-2.22	210.36	4188.24	8704283.08	383177.27	8704283.08	294.96	211.02	0.25
290.00	-2.15	210.37	4188.43	8704287.39	383179.80	8704287.39	289.96	211.03	0.42
285.00	-2.07	210.36	4188.61	8704291.70	383182.32	8704291.70	284.97	211.04	0.47
280.00	-2.04	210.41	4188.79	8704296.01	383184.85	8704296.01	279.97	211.05	0.38
275.00	-1.98	210.47	4188.97	8704300.32	383187.38	8704300.32	274.97	211.06	0.50
270.00	-1.96	210.53	4189.14	8704304.63	383189.92	8704304.63	269.98	211.07	0.34
265.00	-1.87	210.59	4189.31	8704308.93	383192.46	8704308.93	264.98	211.08	0.69
260.00	-1.81	210.64	4189.47	8704313.23	383195.00	8704313.23	259.98	211.09	0.47
255.00	-1.68	210.69	4189.62	8704317.53	383197.55	8704317.53	254.99	211.10	0.79
250.00	-1.56	210.71	4189.76	8704321.83	383200.10	8704321.83	249.99	211.11	0.78
245.00	-1.44	210.77	4189.89	8704326.13	383202.66	8704326.13	244.99	211.11	0.79
240.00	-1.41	210.79	4190.02	8704330.42	383205.22	8704330.42	239.99	211.12	0.23
235.00	-1.33	210.82	4190.14	8704334.71	383207.78	8704334.71	234.99	211.13	0.50
230.00	-1.34	210.83	4190.25	8704339.01	383210.34	8704339.01	229.99	211.13	0.08
225.00	-1.31	210.87	4190.37	8704343.30	383212.90	8704343.30	225.00	211.14	0.32
220.00	-1.26	210.88	4190.48	8704347.59	383215.47	8704347.59	220.00	211.15	0.29
215.00	-1.24	210.92	4190.59	8704351.88	383218.03	8704351.88	215.00	211.15	0.27
210.00	-1.23	210.88	4190.70	8704356.17	383220.60	8704356.17	210.00	211.16	0.20
205.00	-1.22	210.93	4190.80	8704360.45	383223.17	8704360.45	205.00	211.16	0.31
200.00	-1.15	210.98	4190.91	8704364.74	383225.74	8704364.74	200.00	211.17	0.51
195.00	-1.06	211.01	4191.00	8704369.03	383228.31	8704369.03	195.00	211.17	0.53
190.00	-1.01	210.99	4191.09	8704373.31	383230.89	8704373.31	190.00	211.18	0.38
185.00	-0.94	210.98	4191.18	8704377.60	383233.46	8704377.60	185.00	211.18	0.41
180.00	-0.91	211.04	4191.26	8704381.88	383236.04	8704381.88	180.01	211.19	0.45
175.00	-0.84	211.09	4191.34	8704386.17	383238.62	8704386.17	175.01	211.19	0.47
170.00	-0.78	211.12	4191.41	8704390.45	383241.20	8704390.45	170.01	211.19	0.45
165.00	-0.75	211.17	4191.47	8704394.72	383243.79	8704394.72	165.01	211.20	0.32
160.00	-0.69	211.16	4191.54	8704399.00	383246.37	8704399.00	160.01	211.20	0.39
155.00	-0.65	211.15	4191.59	8704403.28	383248.96	8704403.28	155.01	211.20	0.24
150.00	-0.67	211.12	4191.65	8704407.56	383251.54	8704407.56	150.01	211.20	0.20
145.00	-0.77	211.09	4191.72	8704411.84	383254.13	8704411.84	145.01	211.20	0.60
140.00	-0.78	211.08	4191.78	8704416.12	383256.71	8704416.12	140.01	211.21	0.12
135.00	-0.68	211.02	4191.85	8704420.41	383259.29	8704420.41	135.01	211.21	0.76
130.00	-0.64	210.99	4191.90	8704424.69	383261.86	8704424.69	130.01	211.22	0.29
125.00	-0.47	210.93	4191.95	8704428.98	383264.44	8704428.98	125.01	211.23	1.07
120.00	-0.34	210.92	4191.99	8704433.27	383267.00	8704433.27	120.01	211.25	0.80
115.00	-0.26	210.96	4192.01	8704437.56	383269.58	8704437.56	115.01	211.26	0.53
110.00	-0.22	210.97	4192.03	8704441.84	383272.15	8704441.84	110.01	211.27	0.24
105.00	-0.25	210.91	4192.05	8704446.13	383274.72	8704446.13	105.01	211.29	0.36
100.00	-0.20	210.87	4192.07	8704450.42	383277.29	8704450.42	100.01	211.31	0.38
95.00	-0.14	210.76	4192.09	8704454.72	383279.85	8704454.72	95.01	211.33	0.75
90.00	-0.17	210.80	4192.10	8704459.01	383282.41	8704459.01	90.01	211.36	0.26
85.00	-0.15	210.75	4192.12	8704463.31	383284.97	8704463.31	85.01	211.40	0.32
80.00	-0.15	210.71	4192.13	8704467.61	383287.52	8704467.61	80.01	211.44	0.23
75.00	-0.10	210.73	4192.14	8704471.91	383290.07	8704471.91	75.01	211.49	0.29

70.00	0.01	210.77	4192.14	8704476.20	383292.63	8704476.20	70.01	211.54	0.74
65.00	0.10	210.79	4192.14	8704480.50	383295.19	8704480.50	65.01	211.60	0.56
60.00	0.17	210.77	4192.13	8704484.79	383297.75	8704484.79	60.01	211.67	0.40
55.00	0.24	210.70	4192.11	8704489.09	383300.30	8704489.09	55.01	211.75	0.61
50.00	0.30	210.63	4192.09	8704493.39	383302.85	8704493.39	50.02	211.86	0.55
45.00	0.30	210.72	4192.06	8704497.69	383305.40	8704497.69	45.02	211.99	0.54
40.00	0.29	210.76	4192.03	8704501.99	383307.96	8704501.99	40.02	212.15	0.25
35.00	0.32	210.78	4192.01	8704506.29	383310.52	8704506.29	35.02	212.34	0.22
30.00	0.37	210.84	4191.98	8704510.58	383313.08	8704510.58	30.02	212.60	0.48
25.00	0.54	210.83	4191.94	8704514.87	383315.64	8704514.87	25.02	212.95	1.00
20.00	0.58	210.83	4191.89	8704519.17	383318.20	8704519.17	20.03	213.48	0.27
15.00	0.66	210.94	4191.83	8704523.46	383320.77	8704523.46	15.04	214.34	0.80
10.00	0.69	211.00	4191.77	8704527.74	383323.34	8704527.74	10.05	216.02	0.41
5.00	0.80	211.00	4191.71	8704532.03	383325.92	8704532.03	5.09	220.95	0.67
0.00	0.92	210.95	4191.64	8704536.32	383328.49	8704536.32	0.88	300.20	0.78

➤ **Evaluación de ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUCA23040 longitud 380 m**

Tabla 9. Evaluación de ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUCA23040 380 m

IDA			VUELTA		
Measured Depth m	Dip Angle Deg	Drift Direction Deg	Measured Depth m	Dip Angle Deg	Drift Direction Deg
0.00	1.98	211.26	380.00	-3.31	210.83
5.00	1.61	211.06	375.00	-3.23	209.89
10.00	1.52	211.00	370.00	-3.20	209.84
15.00	1.44	211.13	365.00	-3.20	209.81
20.00	1.35	211.14	360.00	-3.17	209.82
25.00	1.10	211.17	355.00	-3.01	209.86
30.00	1.09	211.15	350.00	-2.93	209.90
35.00	0.99	211.18	345.00	-2.84	209.92
40.00	0.96	211.11	340.00	-2.72	209.99
45.00	0.92	211.08	335.00	-2.63	210.09
50.00	0.75	211.12	330.00	-2.56	210.14
55.00	0.66	211.12	325.00	-2.46	210.13
60.00	0.71	211.02	320.00	-2.42	210.20
65.00	0.57	210.97	315.00	-2.32	210.26
70.00	0.46	210.93	310.00	-2.27	210.30
75.00	0.35	210.95	305.00	-2.26	210.32
80.00	0.32	210.85	300.00	-2.24	210.32
85.00	0.35	210.82	295.00	-2.22	210.36
90.00	0.52	210.73	290.00	-2.15	210.37
95.00	0.06	210.77	285.00	-2.07	210.36
100.00	0.17	210.84	280.00	-2.04	210.41
105.00	0.07	210.88	275.00	-1.98	210.47
110.00	0.02	210.84	270.00	-1.96	210.53
115.00	-0.21	210.81	265.00	-1.87	210.59
120.00	-0.17	210.79	260.00	-1.81	210.64
125.00	-0.18	210.86	255.00	-1.68	210.69
130.00	-0.14	210.84	250.00	-1.56	210.71

135.00	0.01	210.93	245.00	-1.44	210.77
140.00	-0.20	210.98	240.00	-1.41	210.79
145.00	-0.24	211.05	235.00	-1.33	210.82
150.00	-0.27	211.04	230.00	-1.34	210.83
155.00	-0.32	211.00	225.00	-1.31	210.87
160.00	-0.56	211.04	220.00	-1.26	210.88
165.00	-0.69	211.08	215.00	-1.24	210.92
170.00	-0.76	211.15	210.00	-1.23	210.88
175.00	-0.80	211.20	205.00	-1.22	210.93
180.00	-0.69	211.22	200.00	-1.15	210.98
185.00	-0.66	211.25	195.00	-1.06	211.01
190.00	-0.57	211.27	190.00	-1.01	210.99
195.00	-0.82	211.26	185.00	-0.94	210.98
200.00	-1.19	211.24	180.00	-0.91	211.04
205.00	-0.95	211.18	175.00	-0.84	211.09
210.00	-0.86	211.12	170.00	-0.78	211.12
215.00	-0.94	211.10	165.00	-0.75	211.17
220.00	-1.01	211.12	160.00	-0.69	211.16
225.00	-1.23	211.09	155.00	-0.65	211.15
230.00	-1.06	211.03	150.00	-0.67	211.12
235.00	-1.17	211.00	145.00	-0.77	211.09
240.00	-1.34	211.03	140.00	-0.78	211.08
245.00	-1.25	210.99	135.00	-0.68	211.02
250.00	-1.27	210.93	130.00	-0.64	210.99
255.00	-1.35	210.92	125.00	-0.47	210.93
260.00	-1.38	210.88	120.00	-0.34	210.92
265.00	-1.50	210.82	115.00	-0.26	210.96
270.00	-1.63	210.79	110.00	-0.22	210.97
275.00	-1.77	210.75	105.00	-0.25	210.91
280.00	-1.80	210.68	100.00	-0.20	210.87
285.00	-1.94	210.61	95.00	-0.14	210.76
290.00	-2.08	210.56	90.00	-0.17	210.80
295.00	-2.04	210.48	85.00	-0.15	210.75
300.00	-1.97	210.43	80.00	-0.15	210.71
305.00	-2.20	210.46	75.00	-0.10	210.73
310.00	-2.26	210.39	70.00	0.01	210.77
315.00	-2.23	210.38	65.00	0.10	210.79
320.00	-2.26	210.38	60.00	0.17	210.77
325.00	-2.32	210.32	55.00	0.24	210.70
330.00	-2.35	210.24	50.00	0.30	210.63
335.00	-2.50	210.16	45.00	0.30	210.72
340.00	-2.62	210.16	40.00	0.29	210.76
345.00	-2.68	210.06	35.00	0.32	210.78
350.00	-2.79	209.97	30.00	0.37	210.84
355.00	-2.96	209.94	25.00	0.54	210.83
360.00	-2.98	209.87	20.00	0.58	210.83
365.00	-3.12	209.84	15.00	0.66	210.94
370.00	-3.25	209.82	10.00	0.69	211.00
375.00	-3.30	209.87	5.00	0.80	211.00
380.00	-3.36	209.90	0.00	0.92	210.95

➤ **Evaluación de la diferencia entre ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUCA23040 longitud 380 m**

Tabla 10. Diferencia entre ida y vuelta Sondaje: DDHUCA23040 longitud 380 m

Measured Depth m	Drift Direction Deg (ida)	Drift Direction Deg (vuelta)	Diferencia ida y vuelta	Diferencia inicio final (ida)	Diferencia inicio final (vuelta)
0.00	211.26	210.95	0.31	1.36	0.12
25.00	211.17	210.83	0.34		
50.00	211.12	210.63	0.49		
75.00	210.95	210.73	0.22		
100.00	210.84	210.87	-0.03		
125.00	210.86	210.93	-0.07		
150.00	211.04	211.12	-0.08		
175.00	211.20	211.09	0.11		
200.00	211.24	210.98	0.26		
225.00	211.09	210.87	0.22		
250.00	210.93	210.71	0.22		
275.00	210.75	210.47	0.28		
300.00	210.43	210.32	0.11		
325.00	210.32	210.13	0.19		
350.00	209.97	209.90	0.07		
375.00	209.87	209.89	-0.02		
380.00	209.90	210.83	-0.93		

➤ **Drift direction deg. (ida y vuelta) sondaje: CS_DDHUCA23040 profundidad: 380 m**

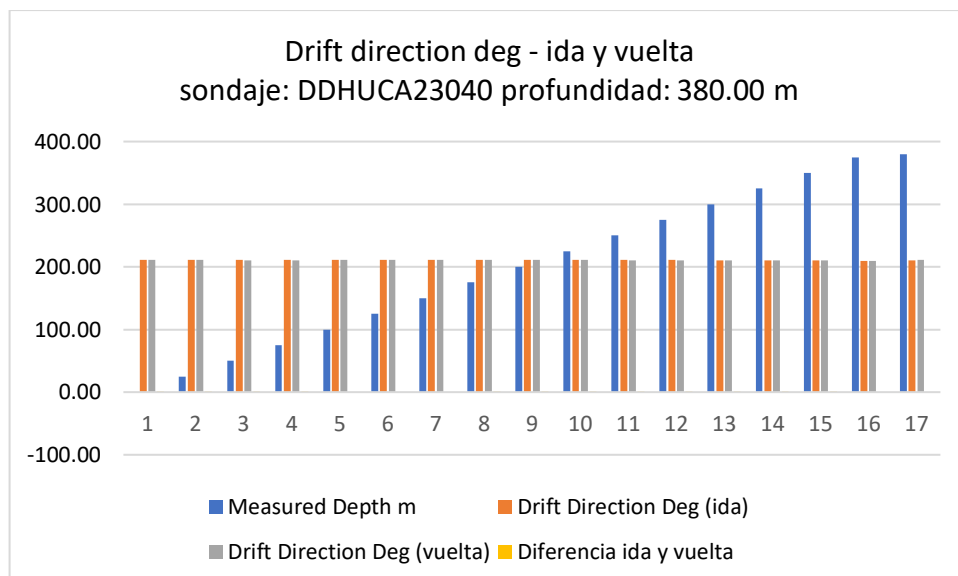


Figura 21. Drift direction deg - ida y vuelta sondaje: DDHUCA23040 profundidad: 380.00 m

➤ **Diferencia angular-ida y vuelta sondaje: CS_DDHUCA23040 profundidad: 380.00 m**

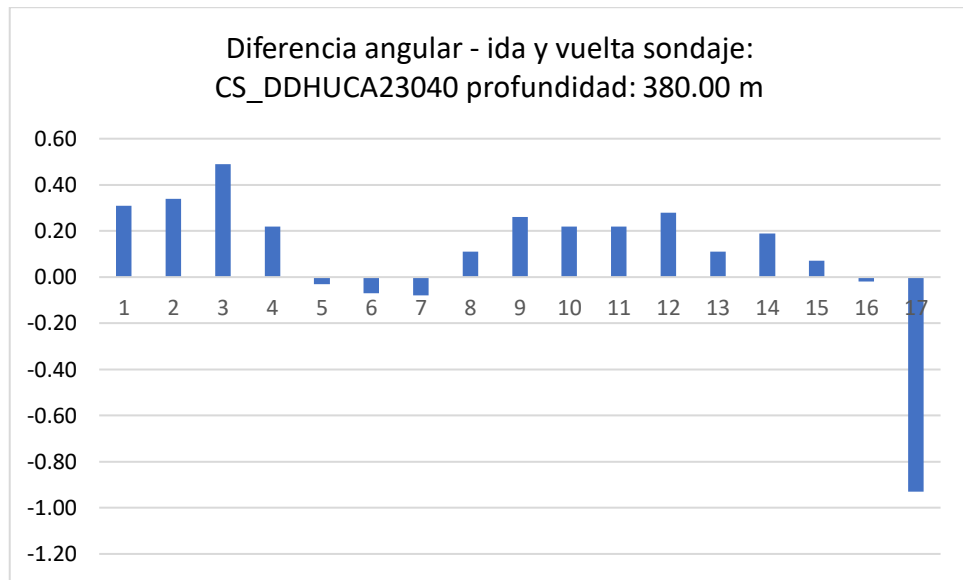


Figura 22. Diferencia angular - ida y vuelta sondaje: DDHUCA23040 profundidad: 380.00 m

➤ **Diferencia angular entre final e inicio de ida y vuelta sondaje: CS_DDHUCA23040 profundidad: 380.00 m**

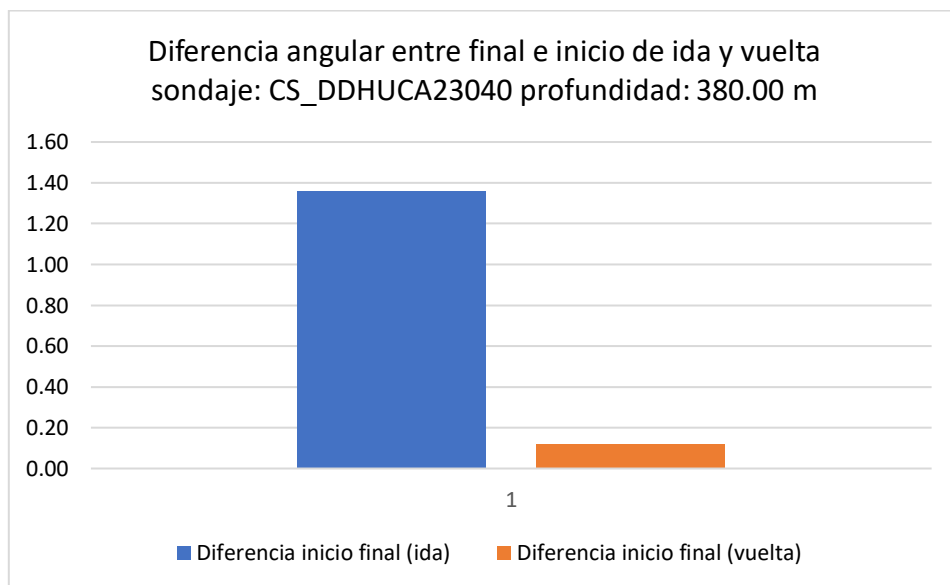


Figura 23. Diferencia angular entre final e inicio de ida y vuelta sondaje: DDHUCA23040 profundidad: 380.00 m

➤ Representación planimétrica sondaje: CS_DDHUCA23040 profundidad: 380.00 m

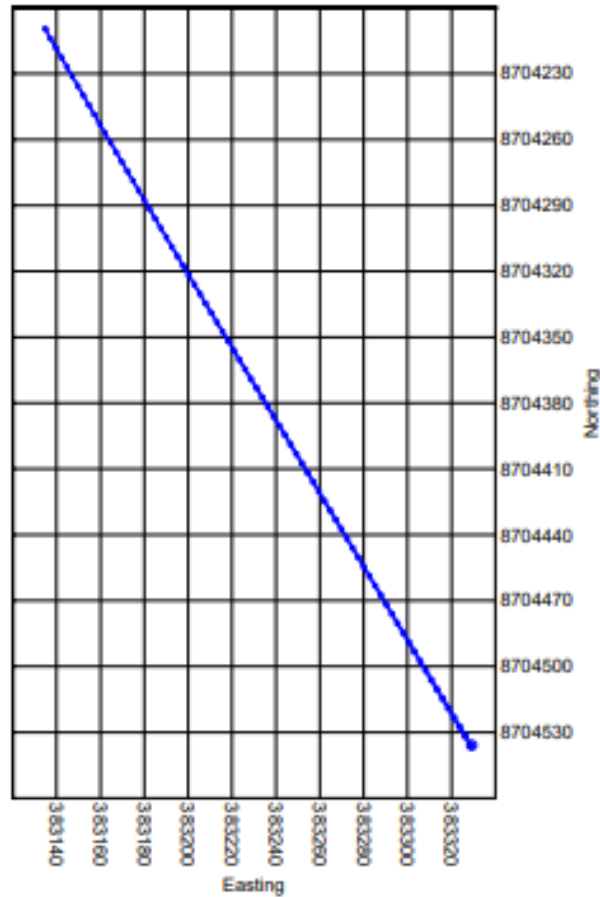


Figura 24. Representación planimétrica sondaje: CS_DDHUCA23040 profundidad: 380.00 m

4.4.2 Evaluación sondaje:CS_DDHUSC23123 longitud 215 m

Tabla 11. Evaluación sondaje:CS_DDHUSC23123 longitud 215 m

CIA de perforación: Rock Drill / XRD-90-09							
SURVEY CALCULATIONS							
Filename: CS_DDHUSC23123_215m_final ut Minimum Curvature Method							
Report Date/Time: 6/07/2023 / 04:32							
Measured Depth	Dip Angle	azimut Direction	Easting	Northing	Elev	S/Num	Time
m	Deg	Deg	m	m	m		
0.00	-17.64	299.67	384437.63	8702547.07	4170.43	-	19:15:56
5.00	-17.73	299.63	384433.49	8702549.43	4168.91	14615	19:17:57
10.00	-17.77	299.59	384429.35	8702551.78	4167.39	14615	19:18:06
15.00	-17.67	299.59	384425.21	8702554.13	4165.87	14615	19:18:17
20.00	-17.62	299.58	384421.06	8702556.48	4164.35	14615	19:18:26
25.00	-17.68	299.57	384416.92	8702558.84	4162.83	14615	19:18:36
30.00	-17.66	299.59	384412.78	8702561.19	4161.32	14615	19:18:46
35.00	-17.69	299.60	384408.64	8702563.54	4159.80	14615	19:18:56
40.00	-17.62	299.57	384404.49	8702565.89	4158.28	14615	19:19:07
45.00	-17.60	299.57	384400.35	8702568.25	4156.77	14615	19:19:17

50.00	-17.72	299.49	384396.20	8702570.59	4155.25	14615	19:19:26
55.00	-17.70	299.45	384392.06	8702572.94	4153.73	14615	19:19:36
60.00	-17.71	299.46	384387.91	8702575.28	4152.21	14615	19:19:46
65.00	-17.64	299.47	384383.76	8702577.62	4150.69	14615	19:19:54
70.00	-17.71	299.46	384379.61	8702579.97	4149.17	14615	19:20:06
75.00	-17.78	299.41	384375.47	8702582.31	4147.65	14615	19:20:17
80.00	-17.77	299.40	384371.32	8702584.64	4146.12	14615	19:20:27
85.00	-17.72	299.45	384367.17	8702586.98	4144.60	14615	19:20:37
90.00	-17.71	299.44	384363.02	8702589.32	4143.08	14615	19:20:46
95.00	-17.80	299.42	384358.87	8702591.66	4141.55	14615	19:20:56
100.00	-17.82	299.42	384354.73	8702594.00	4140.02	14615	19:21:06
105.00	-17.83	299.41	384350.58	8702596.34	4138.49	14615	19:21:16
110.00	-17.95	299.44	384346.44	8702598.68	4136.96	14615	19:21:26
115.00	-17.88	299.41	384342.29	8702601.02	4135.42	14615	19:21:36
120.00	-18.14	299.36	384338.15	8702603.35	4133.87	14615	19:21:46
125.00	-18.04	299.34	384334.01	8702605.68	4132.32	14615	19:21:56
130.00	-18.00	299.40	384329.86	8702608.01	4130.77	14615	19:22:06
135.00	-18.04	299.42	384325.72	8702610.35	4129.23	14615	19:22:17
140.00	-18.08	299.40	384321.58	8702612.68	4127.68	14615	19:22:26
145.00	-18.10	299.40	384317.44	8702615.01	4126.13	14615	19:22:36
150.00	-18.15	299.31	384313.30	8702617.34	4124.57	14615	19:22:46
155.00	-18.12	299.37	384309.16	8702619.67	4123.01	14615	19:22:56
160.00	-18.16	299.39	384305.02	8702622.00	4121.46	14615	19:23:06
165.00	-18.20	299.40	384300.88	8702624.33	4119.90	14615	19:23:16
170.00	-18.22	299.37	384296.74	8702626.66	4118.33	14615	19:23:26
175.00	-18.22	299.39	384292.60	8702628.99	4116.77	14615	19:23:36
180.00	-18.26	299.39	384288.46	8702631.32	4115.21	14615	19:23:46
185.00	-18.27	299.39	384284.33	8702633.65	4113.64	14615	19:23:56
190.00	-18.33	299.40	384280.19	8702635.98	4112.07	14615	19:24:06
195.00	-18.39	299.35	384276.05	8702638.31	4110.49	14615	19:24:16
200.00	-18.41	299.18	384271.92	8702640.63	4108.92	14615	19:24:26
205.00	-18.41	299.04	384267.77	8702642.94	4107.34	14615	19:24:36
210.00	-18.34	298.96	384263.62	8702645.24	4105.76	14615	19:24:46
215.00	-18.37	298.94	384259.47	8702647.54	4104.19	14615	19:24:59
215.00	-18.34	298.95	384259.47	8702647.54	4104.19	14615	19:25:03
210.00	-18.25	298.99	384263.62	8702645.24	4105.76	14615	19:25:26
205.00	-18.24	299.01	384267.77	8702642.94	4107.32	14615	19:25:37
200.00	-18.24	299.06	384271.93	8702640.63	4108.89	14615	19:25:46
195.00	-18.27	299.11	384276.08	8702638.32	4110.45	14615	19:25:57
190.00	-18.29	299.14	384280.22	8702636.01	4112.02	14615	19:26:07
185.00	-18.30	299.19	384284.37	8702633.70	4113.59	14615	19:26:17
180.00	-18.27	299.29	384288.51	8702631.38	4115.16	14615	19:26:27
175.00	-18.24	299.36	384292.65	8702629.05	4116.73	14615	19:26:37
170.00	-18.23	299.44	384296.79	8702626.72	4118.29	14615	19:26:47
165.00	-18.23	299.51	384300.92	8702624.39	4119.85	14615	19:26:56
160.00	-18.20	299.54	384305.05	8702622.04	4121.42	14615	19:27:07
155.00	-18.19	299.55	384309.19	8702619.70	4122.98	14615	19:27:16
150.00	-18.16	299.53	384313.32	8702617.36	4124.54	14615	19:27:26
145.00	-18.07	299.53	384317.46	8702615.02	4126.09	14615	19:27:37
140.00	-18.18	299.53	384321.59	8702612.68	4127.65	14615	19:27:59

135.00	-18.10	299.54	384325.72	8702610.33	4129.20	14615	19:28:17
130.00	-18.07	299.55	384329.86	8702607.99	4130.76	14615	19:28:28
125.00	-18.00	299.56	384333.99	8702605.65	4132.30	14615	19:28:39
120.00	-18.14	299.53	384338.13	8702603.30	4133.86	14615	19:28:51
115.00	-18.06	299.53	384342.27	8702600.96	4135.41	14615	19:29:00
110.00	-18.05	299.57	384346.40	8702598.61	4136.96	14615	19:29:12
105.00	-18.02	299.56	384350.54	8702596.27	4138.51	14615	19:29:22
100.00	-18.03	299.56	384354.67	8702593.92	4140.05	14615	19:29:31
95.00	-18.00	299.55	384358.81	8702591.58	4141.60	14615	19:29:42
90.00	-18.00	299.52	384362.95	8702589.23	4143.15	14615	19:29:53
85.00	-18.09	299.49	384367.08	8702586.89	4144.69	14615	19:30:04
80.00	-18.01	299.48	384371.22	8702584.55	4146.24	14615	19:30:15
75.00	-17.95	299.54	384375.36	8702582.21	4147.79	14615	19:30:26
70.00	-17.93	299.56	384379.50	8702579.86	4149.33	14615	19:30:36
65.00	-17.97	299.55	384383.64	8702577.52	4150.87	14615	19:30:47
60.00	-17.94	299.55	384387.77	8702575.17	4152.41	14615	19:30:57
55.00	-17.93	299.57	384391.91	8702572.83	4153.95	14615	19:31:08
50.00	-17.92	299.58	384396.05	8702570.48	4155.49	14615	19:31:18
45.00	-17.87	299.55	384400.19	8702568.13	4157.02	14615	19:31:30
40.00	-17.91	299.55	384404.33	8702565.78	4158.56	14615	19:31:39
35.00	-17.84	299.51	384408.47	8702563.44	4160.09	14615	19:31:51
30.00	-17.82	299.49	384412.61	8702561.09	4161.63	14615	19:32:03
25.00	-17.80	299.51	384416.75	8702558.75	4163.16	14615	19:32:16
20.00	-17.79	299.53	384420.90	8702556.40	4164.68	14615	19:32:28
15.00	-17.77	299.54	384425.04	8702554.06	4166.21	14615	19:32:39
10.00	-17.79	299.56	384429.18	8702551.71	4167.74	14615	19:32:56
5.00	-17.78	299.53	384433.32	8702549.36	4169.26	14615	19:33:17
0.00	-17.78	299.88	384437.46	8702547.00	4170.79	14615	19:35:43

HORIZONTAL DISPLACEMENT IS
0.18 METRES AT 248.32 DEGREES

➤ **Evaluación de ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m**

Tabla 12. Evaluación de ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m

IDA			VUELTA		
Measured Depth m	Dip Angle Deg	Drift Direction Deg	Measured Depth m	Dip Angle Deg	Drift Direction Deg
0.00	-17.64	299.67	215.00	-18.34	298.95
5.00	-17.73	299.63	210.00	-18.25	298.99
10.00	-17.77	299.59	205.00	-18.24	299.01
15.00	-17.67	299.59	200.00	-18.24	299.06
20.00	-17.62	299.58	195.00	-18.27	299.11
25.00	-17.68	299.57	190.00	-18.29	299.14
30.00	-17.66	299.59	185.00	-18.30	299.19
35.00	-17.69	299.60	180.00	-18.27	299.29
40.00	-17.62	299.57	175.00	-18.24	299.36
45.00	-17.60	299.57	170.00	-18.23	299.44

50.00	-17.72	299.49	165.00	-18.23	299.51
55.00	-17.70	299.45	160.00	-18.20	299.54
60.00	-17.71	299.46	155.00	-18.19	299.55
65.00	-17.64	299.47	150.00	-18.16	299.53
70.00	-17.71	299.46	145.00	-18.07	299.53
75.00	-17.78	299.41	140.00	-18.18	299.53
80.00	-17.77	299.40	135.00	-18.10	299.54
85.00	-17.72	299.45	130.00	-18.07	299.55
90.00	-17.71	299.44	125.00	-18.00	299.56
95.00	-17.80	299.42	120.00	-18.14	299.53
100.00	-17.82	299.42	115.00	-18.06	299.53
105.00	-17.83	299.41	110.00	-18.05	299.57
110.00	-17.95	299.44	105.00	-18.02	299.56
115.00	-17.88	299.41	100.00	-18.03	299.56
120.00	-18.14	299.36	95.00	-18.00	299.55
125.00	-18.04	299.34	90.00	-18.00	299.52
130.00	-18.00	299.40	85.00	-18.09	299.49
135.00	-18.04	299.42	80.00	-18.01	299.48
140.00	-18.08	299.40	75.00	-17.95	299.54
145.00	-18.10	299.40	70.00	-17.93	299.56
150.00	-18.15	299.31	65.00	-17.97	299.55
155.00	-18.12	299.37	60.00	-17.94	299.55
160.00	-18.16	299.39	55.00	-17.93	299.57
165.00	-18.20	299.40	50.00	-17.92	299.58
170.00	-18.22	299.37	45.00	-17.87	299.55
175.00	-18.22	299.39	40.00	-17.91	299.55
180.00	-18.26	299.39	35.00	-17.84	299.51
185.00	-18.27	299.39	30.00	-17.82	299.49
190.00	-18.33	299.40	25.00	-17.80	299.51
195.00	-18.39	299.35	20.00	-17.79	299.53
200.00	-18.41	299.18	15.00	-17.77	299.54
205.00	-18.41	299.04	10.00	-17.79	299.56
210.00	-18.34	298.96	5.00	-17.78	299.53
215.00	-18.37	298.94	0.00	-17.78	299.88

➤ **Evaluación de la diferencia entre ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m**

Tabla 13. Diferencia entre ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m

Measured Depth m	Drift Direction Deg (ida)	Drift Direction Deg /vuelta)	Diferencia ida y vuelta	Diferencia inicio final (ida)	Diferencia inicio final (vuelta)
0.0	299.67	299.88	-0.21	0.73	0.93
25.0	299.57	299.51	0.06		
50.0	299.49	299.58	-0.09		

75.0	299.41	299.54	-0.13
100.0	299.42	299.56	-0.14
125.00	299.34	299.56	-0.22
150.00	299.31	299.53	-0.22
175.00	299.39	299.36	0.03
200.00	299.18	299.06	0.12
215.00	298.94	298.95	-0.01

➤ **Drift direction deg. (ida y vuelta) sondaje: Sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m**

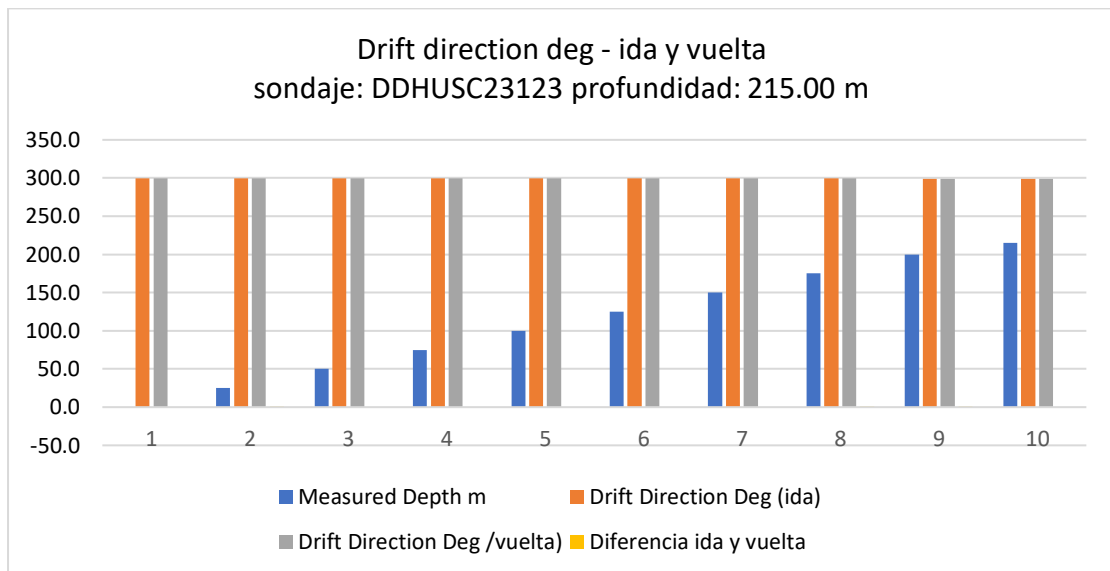


Figura 25. Drift direction deg - ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m

➤ **Diferencia angular - ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m**

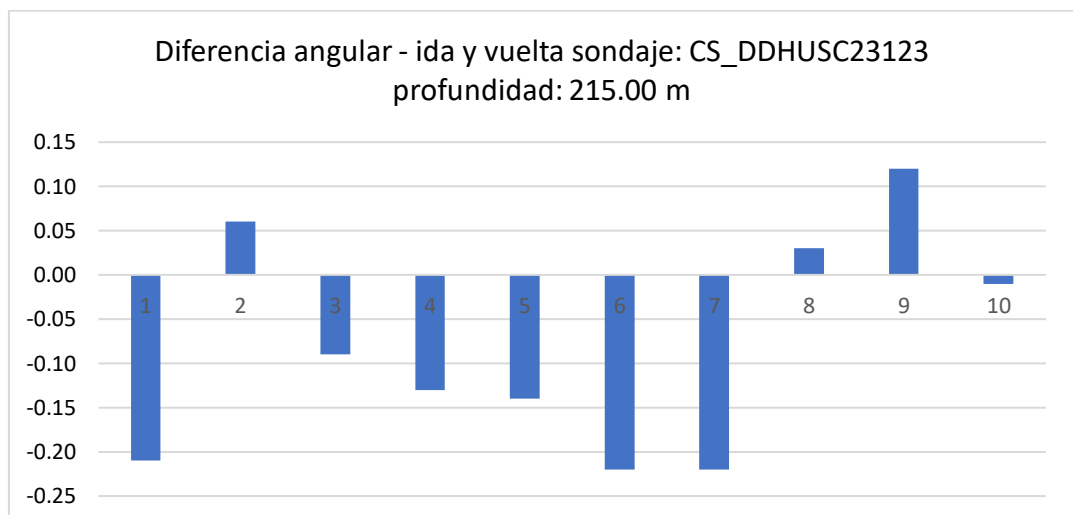


Figura 26. Diferencia angular - ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m

➤ **Diferencia angular entre final e inicio de ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m**

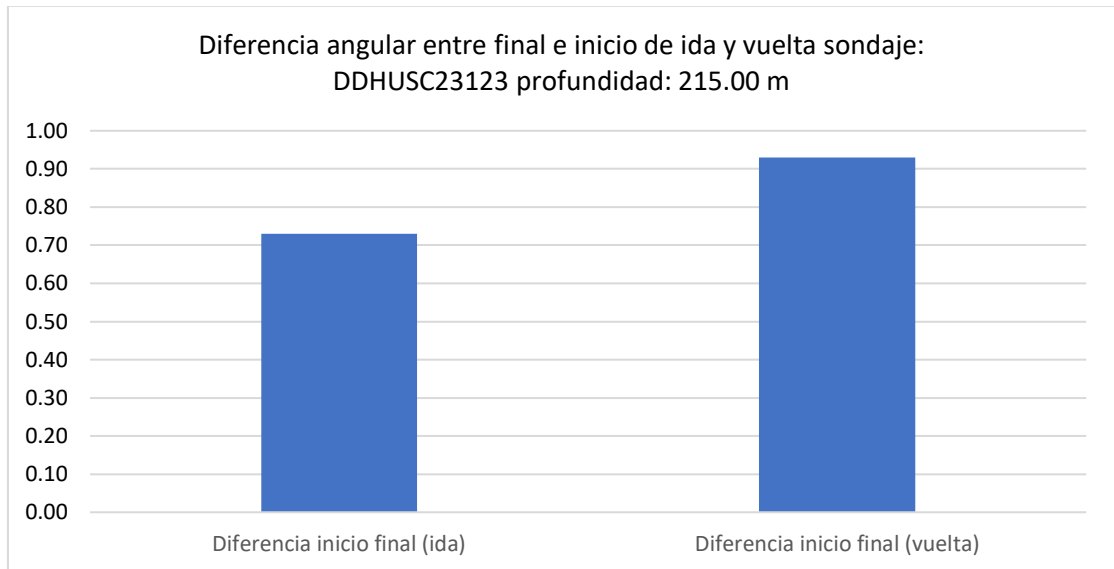


Figura 27. Diferencia angular entre final e inicio de ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m

➤ **Representación planimétrica Sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m**

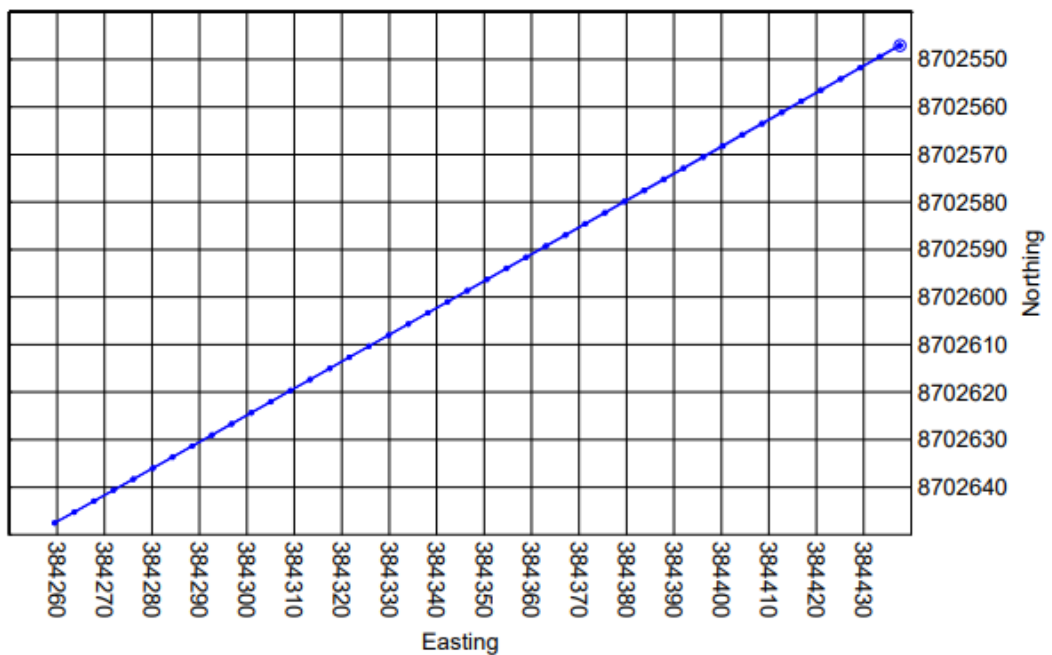


Figura 28. Representación planimétrica sondaje: CS_DDHUSC23123 longitud 215 m

4.4.3 Evaluación sondaje: CS_DDHUSC23151_280 m

Tabla 14. Evaluación sondaje: CS_DDHUSC23151_280 m

CIA DE Perforación: Rock Drill / XRD-80-12										
SURVEY CALCULATIONS										
FILENAME: CS_DDHUSC23151_280m_FINAL UT, SN 14615 MINIMUM CURVATURE METHOD										
REPORT DATE/TIME: 7/09/2023 / 09:01										
Measured	Dip	Drift					Vertical	Closure	Closure	Dogleg
Depth	Angle	Direction	Elev	Northing	Easting	Section	Distance	Direction	Severity	
m	Deg	Deg	m	m	m	m	m	Deg	Deg/30	
0.00	11.58	292.33	4264.46	8702908.67	384803.52	8702908.67	0.00	0.00	0.00	
5.00	11.85	292.26	4265.48	8702910.53	384798.99	8702910.53	4.90	292.30	1.64	
10.00	11.91	292.35	4266.50	8702912.38	384794.46	8702912.38	9.79	292.30	0.60	
15.00	11.92	292.28	4267.54	8702914.24	384789.94	8702914.24	14.68	292.30	0.40	
20.00	12.03	292.36	4268.57	8702916.10	384785.41	8702916.10	19.57	292.31	0.80	
25.00	11.90	292.28	4269.61	8702917.96	384780.89	8702917.96	24.46	292.31	0.86	
30.00	11.77	292.35	4270.64	8702919.81	384776.36	8702919.81	29.36	292.31	0.89	
35.00	11.96	292.34	4271.66	8702921.68	384771.83	8702921.68	34.25	292.32	1.14	
40.00	11.93	292.34	4272.70	8702923.53	384767.31	8702923.53	39.14	292.32	0.20	
45.00	11.94	292.30	4273.73	8702925.39	384762.78	8702925.39	44.03	292.32	0.27	
50.00	11.92	292.29	4274.77	8702927.25	384758.26	8702927.25	48.93	292.32	0.14	
55.00	11.86	292.29	4275.80	8702929.10	384753.73	8702929.10	53.82	292.31	0.33	
60.00	11.82	292.39	4276.82	8702930.96	384749.21	8702930.96	58.71	292.32	0.62	
65.00	11.61	292.39	4277.84	8702932.83	384744.68	8702932.83	63.61	292.32	1.28	
70.00	11.48	292.49	4278.84	8702934.70	384740.15	8702934.70	68.51	292.33	0.96	
75.00	11.50	292.54	4279.84	8702936.58	384735.62	8702936.58	73.41	292.34	0.28	
80.00	11.60	292.65	4280.84	8702938.46	384731.10	8702938.46	78.31	292.36	0.90	
85.00	11.42	292.67	4281.84	8702940.34	384726.58	8702940.34	83.20	292.38	1.13	
90.00	11.40	292.77	4282.82	8702942.24	384722.06	8702942.24	88.11	292.40	0.62	
95.00	11.41	292.79	4283.81	8702944.14	384717.54	8702944.14	93.01	292.42	0.09	
100.00	11.28	292.88	4284.80	8702946.04	384713.02	8702946.04	97.91	292.44	0.97	
105.00	11.19	292.90	4285.77	8702947.95	384708.50	8702947.95	102.81	292.46	0.52	
110.00	11.29	292.94	4286.75	8702949.86	384703.99	8702949.86	107.72	292.48	0.64	
115.00	11.15	293.02	4287.72	8702951.77	384699.47	8702951.77	112.62	292.50	1.00	
120.00	11.12	293.02	4288.68	8702953.69	384694.96	8702953.69	117.53	292.52	0.13	
125.00	10.98	293.07	4289.64	8702955.61	384690.44	8702955.61	122.43	292.54	0.94	
130.00	11.02	292.97	4290.60	8702957.53	384685.92	8702957.53	127.34	292.56	0.62	
135.00	11.23	293.17	4291.56	8702959.45	384681.41	8702959.45	132.25	292.58	1.69	
140.00	10.95	293.20	4292.52	8702961.38	384676.90	8702961.38	137.15	292.60	1.67	
145.00	11.06	293.11	4293.48	8702963.31	384672.39	8702963.31	142.06	292.62	0.85	
150.00	11.15	293.13	4294.44	8702965.24	384667.87	8702965.24	146.97	292.64	0.57	
155.00	10.77	293.16	4295.39	8702967.17	384663.36	8702967.17	151.88	292.65	2.31	
160.00	10.90	293.23	4296.33	8702969.10	384658.85	8702969.10	156.79	292.67	0.87	
165.00	10.76	293.20	4297.27	8702971.04	384654.33	8702971.04	161.70	292.69	0.82	
170.00	10.80	293.22	4298.21	8702972.97	384649.82	8702972.97	166.61	292.70	0.23	
175.00	10.86	293.23	4299.15	8702974.91	384645.31	8702974.91	171.52	292.72	0.39	
180.00	10.57	293.27	4300.07	8702976.85	384640.79	8702976.85	176.43	292.73	1.79	
185.00	10.84	293.28	4301.00	8702978.79	384636.28	8702978.79	181.35	292.75	1.62	
190.00	10.47	293.26	4301.93	8702980.73	384631.77	8702980.73	186.26	292.76	2.22	
195.00	10.46	293.35	4302.84	8702982.68	384627.25	8702982.68	191.18	292.78	0.51	
200.00	10.50	293.35	4303.75	8702984.63	384622.74	8702984.63	196.09	292.79	0.21	
205.00	10.09	293.33	4304.64	8702986.58	384618.22	8702986.58	201.01	292.80	2.44	
210.00	10.56	293.37	4305.54	8702988.53	384613.70	8702988.53	205.93	292.82	2.83	

215.00	10.50	293.39	4306.45	8702990.48	384609.19	8702990.48	210.85	292.83	0.43
220.00	10.28	293.41	4307.35	8702992.43	384604.68	8702992.43	215.76	292.84	1.29
225.00	10.07	293.46	4308.23	8702994.39	384600.16	8702994.39	220.69	292.86	1.33
230.00	10.28	293.53	4309.12	8702996.35	384595.65	8702996.35	225.61	292.87	1.36
235.00	10.48	293.52	4310.02	8702998.31	384591.14	8702998.31	230.52	292.88	1.18
240.00	10.41	293.56	4310.92	8703000.28	384586.63	8703000.28	235.44	292.90	0.45
245.00	10.48	293.55	4311.83	8703002.24	384582.12	8703002.24	240.36	292.91	0.39
250.00	10.35	293.64	4312.73	8703004.21	384577.62	8703004.21	245.27	292.92	0.94
255.00	10.31	293.64	4313.63	8703006.18	384573.11	8703006.18	250.19	292.94	0.22
260.00	10.28	293.75	4314.52	8703008.16	384568.61	8703008.16	255.11	292.95	0.64
265.00	10.21	293.78	4315.41	8703010.14	384564.10	8703010.14	260.03	292.97	0.46
270.00	10.12	293.87	4316.30	8703012.13	384559.60	8703012.13	264.95	292.98	0.77
275.00	10.15	293.92	4317.18	8703014.12	384555.10	8703014.12	269.87	293.00	0.32
280.00	10.14	294.06	4318.06	8703016.13	384550.60	8703016.13	274.80	293.02	0.84
280.00	10.14	294.05	4318.06	8703016.13	384550.60	8703016.13	274.80	293.02	0.00
275.00	10.12	293.99	4317.18	8703014.12	384555.10	8703014.12	269.87	293.00	0.34
270.00	10.15	293.98	4316.30	8703012.12	384559.60	8703012.12	264.95	292.98	0.23
265.00	10.20	293.91	4315.41	8703010.12	384564.10	8703010.12	260.03	292.96	0.48
260.00	10.16	293.89	4314.53	8703008.13	384568.59	8703008.13	255.11	292.95	0.21
255.00	10.26	293.83	4313.64	8703006.14	384573.09	8703006.14	250.19	292.93	0.68
250.00	10.36	293.82	4312.75	8703004.15	384577.59	8703004.15	245.27	292.91	0.61
245.00	10.34	293.79	4311.85	8703002.17	384582.09	8703002.17	240.36	292.89	0.27
240.00	10.39	293.81	4310.95	8703000.18	384586.60	8703000.18	235.44	292.87	0.35
235.00	10.42	293.80	4310.05	8702998.20	384591.09	8702998.20	230.52	292.85	0.18
230.00	10.37	293.82	4309.15	8702996.21	384595.59	8702996.21	225.60	292.83	0.34
225.00	10.36	293.76	4308.25	8702994.23	384600.09	8702994.23	220.69	292.81	0.36
220.00	10.38	293.74	4307.35	8702992.25	384604.60	8702992.25	215.77	292.79	0.22
215.00	10.40	293.73	4306.45	8702990.27	384609.10	8702990.27	210.85	292.77	0.13
210.00	10.51	293.69	4305.54	8702988.29	384613.60	8702988.29	205.93	292.74	0.71
205.00	10.50	293.66	4304.63	8702986.32	384618.10	8702986.32	201.02	292.72	0.23
200.00	10.57	293.71	4303.71	8702984.34	384622.60	8702984.34	196.10	292.70	0.50
195.00	10.61	293.72	4302.79	8702982.36	384627.10	8702982.36	191.19	292.67	0.29
190.00	10.66	293.64	4301.87	8702980.39	384631.60	8702980.39	186.28	292.65	0.57
185.00	10.67	293.65	4300.94	8702978.42	384636.11	8702978.42	181.36	292.62	0.09
180.00	10.71	293.64	4300.02	8702976.45	384640.61	8702976.45	176.45	292.59	0.23
175.00	10.81	293.59	4299.08	8702974.48	384645.11	8702974.48	171.54	292.56	0.70
170.00	10.85	293.58	4298.14	8702972.52	384649.61	8702972.52	166.63	292.53	0.25
165.00	10.81	293.55	4297.20	8702970.55	384654.11	8702970.55	161.72	292.50	0.29
160.00	10.92	293.59	4296.26	8702968.59	384658.61	8702968.59	156.81	292.46	0.72
155.00	10.95	293.49	4295.31	8702966.63	384663.11	8702966.63	151.90	292.43	0.61
150.00	11.01	293.50	4294.36	8702964.67	384667.61	8702964.67	146.99	292.39	0.38
145.00	10.99	293.50	4293.41	8702962.71	384672.11	8702962.71	142.09	292.36	0.12
140.00	11.04	293.52	4292.45	8702960.76	384676.61	8702960.76	137.18	292.32	0.30
135.00	11.01	293.55	4291.50	8702958.80	384681.11	8702958.80	132.27	292.27	0.27
130.00	11.02	293.60	4290.54	8702956.83	384685.61	8702956.83	127.37	292.22	0.28
125.00	11.06	293.63	4289.58	8702954.87	384690.11	8702954.87	122.46	292.16	0.33
120.00	11.11	293.60	4288.62	8702952.90	384694.60	8702952.90	117.56	292.10	0.34
115.00	11.23	293.60	4287.65	8702950.94	384699.10	8702950.94	112.65	292.04	0.73
110.00	11.25	293.51	4286.68	8702948.98	384703.59	8702948.98	107.75	291.97	0.53
105.00	11.32	293.48	4285.70	8702947.02	384708.09	8702947.02	102.85	291.90	0.46
100.00	11.36	293.45	4284.72	8702945.07	384712.59	8702945.07	97.95	291.82	0.30
95.00	11.39	293.36	4283.73	8702943.12	384717.09	8702943.12	93.05	291.73	0.54
90.00	11.39	293.29	4282.74	8702941.18	384721.59	8702941.18	88.15	291.64	0.42
85.00	11.43	293.18	4281.75	8702939.25	384726.09	8702939.25	83.25	291.55	0.68

80.00	11.54	293.12	4280.76	8702937.32	384730.60	8702937.32	78.35	291.45	0.75
75.00	11.57	293.03	4279.76	8702935.40	384735.10	8702935.40	73.46	291.34	0.55
70.00	11.62	292.95	4278.75	8702933.49	384739.61	8702933.49	68.56	291.23	0.60
65.00	11.76	292.88	4277.74	8702931.58	384744.12	8702931.58	63.67	291.10	0.90
60.00	11.80	292.87	4276.72	8702929.68	384748.63	8702929.68	58.77	290.95	0.24
55.00	11.80	292.82	4275.70	8702927.78	384753.14	8702927.78	53.88	290.77	0.29
50.00	11.86	292.79	4274.67	8702925.88	384757.65	8702925.88	48.99	290.57	0.44
45.00	11.89	292.82	4273.64	8702923.99	384762.16	8702923.99	44.10	290.32	0.21
40.00	11.94	292.87	4272.61	8702922.09	384766.67	8702922.09	39.22	290.01	0.46
35.00	11.96	292.84	4271.57	8702920.19	384771.18	8702920.19	34.33	289.60	0.23
30.00	12.00	292.85	4270.54	8702918.29	384775.69	8702918.29	29.45	289.07	0.27
25.00	12.02	292.81	4269.50	8702916.39	384780.19	8702916.39	24.57	288.32	0.25
20.00	12.03	292.87	4268.45	8702914.49	384784.70	8702914.49	19.70	287.20	0.36
15.00	12.10	292.78	4267.41	8702912.60	384789.21	8702912.60	14.84	285.35	0.67
10.00	12.13	292.83	4266.36	8702910.70	384793.71	8702910.70	10.01	281.71	0.34
5.00	12.08	292.84	4265.31	8702908.81	384798.22	8702908.81	5.30	271.47	0.31
0.00	11.90	292.81	4264.27	8702906.91	384802.73	8702906.91	1.93	204.21	1.08

➤ **Evaluación de ida y vuelta sondaje:CS_DDHUSC23151_280 m**

Tabla 15. Evaluación de ida y vuelta sondaje:CS_DDHUSC23151_280 m

IDA			VUELTA		
Measured Depth m	Dip Angle Deg	Drift Direction Deg	Measured Depth m	Dip Angle Deg	Drift Direction Deg
0.00	11.58	292.33	280.00	10.14	294.05
5.00	11.85	292.26	275.00	10.12	294.05
10.00	11.91	292.35	270.00	10.15	293.98
15.00	11.92	292.28	265.00	10.20	293.91
20.00	12.03	292.36	260.00	10.16	293.89
25.00	11.90	292.28	255.00	10.26	293.83
30.00	11.77	292.35	250.00	10.36	293.82
35.00	11.96	292.34	245.00	10.34	293.79
40.00	11.93	292.34	240.00	10.39	293.81
45.00	11.94	292.30	235.00	10.42	293.80
50.00	11.92	292.29	230.00	10.37	293.82
55.00	11.86	292.29	225.00	10.36	293.76
60.00	11.82	292.39	220.00	10.38	293.74
65.00	11.61	292.39	215.00	10.40	293.73
70.00	11.48	292.49	210.00	10.51	293.69
75.00	11.50	292.54	205.00	10.50	293.66
80.00	11.60	292.65	200.00	10.57	293.71
85.00	11.42	292.67	195.00	10.61	293.72
90.00	11.40	292.77	190.00	10.66	293.64
95.00	11.41	292.79	185.00	10.67	293.65
100.00	11.50	292.88	180.00	10.71	293.64
105.00	11.19	292.90	175.00	10.81	293.59
110.00	11.29	292.94	170.00	10.85	293.58
115.00	11.15	293.02	165.00	10.81	293.55
120.00	11.12	293.02	160.00	10.92	293.59
125.00	10.98	293.07	155.00	10.95	293.49

130.00	11.02	292.97	150.00	11.01	293.50
135.00	11.23	293.17	145.00	10.99	293.50
140.00	10.95	293.20	140.00	11.04	293.52
145.00	11.06	293.11	135.00	11.01	293.55
150.00	11.15	293.13	130.00	11.02	293.60
155.00	10.77	293.16	125.00	11.06	293.63
160.00	10.90	293.23	120.00	11.11	293.60
165.00	10.76	293.20	115.00	11.23	293.60
170.00	10.80	293.22	110.00	11.25	293.51
175.00	10.86	293.23	105.00	11.32	293.48
180.00	10.57	293.27	100.00	11.36	293.45
185.00	10.84	293.28	95.00	11.39	293.36
190.00	10.47	293.26	90.00	11.39	293.29
195.00	10.46	293.35	85.00	11.43	293.18
200.00	10.50	293.35	80.00	11.54	293.12
205.00	10.09	293.33	75.00	11.57	293.03
210.00	10.56	293.37	70.00	11.62	292.95
215.00	10.50	293.39	65.00	11.76	292.88
220.00	10.28	293.41	60.00	11.80	292.87
225.00	10.07	293.46	55.00	11.80	292.82
230.00	10.28	293.53	50.00	11.86	292.79
235.00	10.48	293.52	45.00	11.89	292.82
240.00	10.41	293.56	40.00	11.94	292.87
245.00	10.48	293.55	35.00	11.96	292.84
250.00	10.35	293.64	30.00	12.00	292.85
255.00	10.31	293.64	25.00	12.02	292.81
260.00	10.28	293.75	20.00	12.03	292.87
265.00	10.21	293.78	15.00	12.10	292.78
270.00	10.12	293.87	10.00	12.13	292.83
275.00	10.15	293.92	5.00	12.08	292.84
280.00	10.14	294.06	0.00	11.90	292.81

➤ **Evaluación de la diferencia entre ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUSC23151 longitud 280 m**

Tabla 16. Diferencia entre ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUSC23151 longitud 280 m

Measured Depth m	Drift Direction Deg (ida)	Drift Direction Deg (vuelta)	Diferencia ida y vuelta	Diferencia final inicio (ida)	Diferencia final inicio (vuelta)
0.00	292.33	292.81	-0.48	1.73	1.24
25.00	292.28	292.81	-0.53		
50.00	292.29	292.79	-0.50		
75.00	292.54	293.03	-0.49		
100.00	292.88	293.45	-0.57		
125.00	293.07	293.63	-0.56		
150.00	293.13	293.50	-0.37		
175.00	293.23	293.59	-0.36		
200.00	293.35	293.71	-0.36		
225.00	293.46	293.76	-0.30		

250.00	293.64	293.82	-0.18
275.00	293.92	294.05	-0.13
280.00	294.06	294.05	0.01

➤ **Drift direction deg. (ida y vuelta) Sondaje: CS_DDHUSC23151 longitud 280 m**

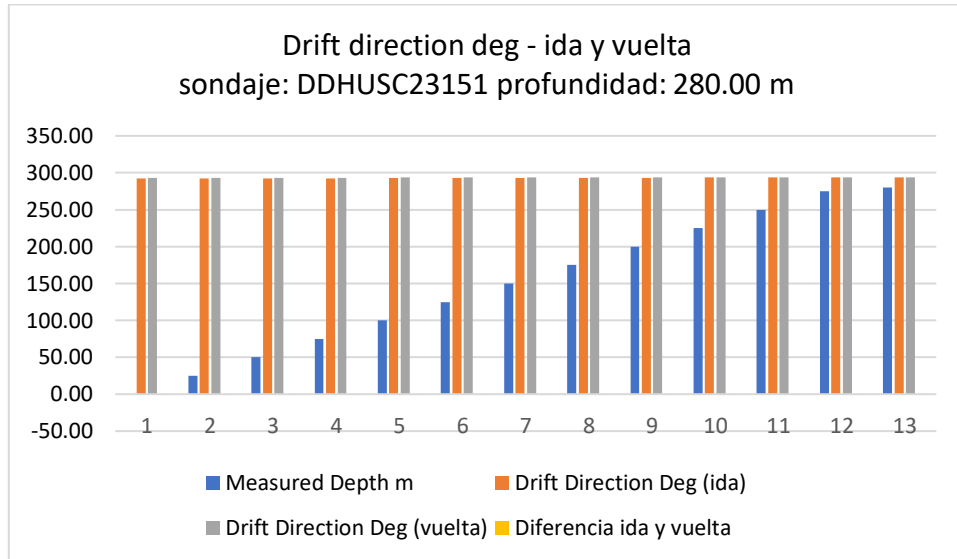


Figura 29. Drift direction deg - ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23151 longitud 280 m

➤ **Diferencia angular - ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUSC23151 longitud 280 m**

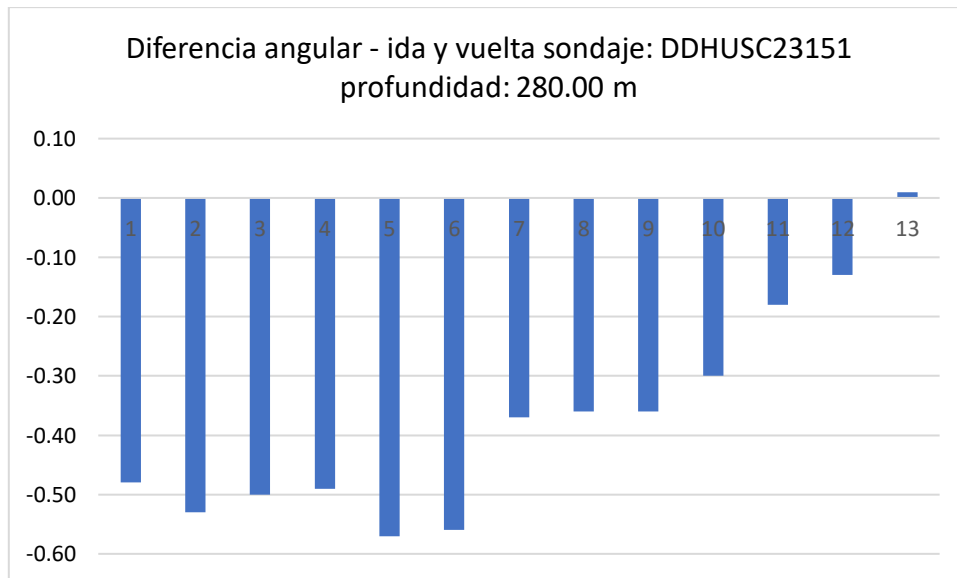


Figura 30. Diferencia angular - ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23151 longitud 280 m

- **Diferencia angular entre final e inicio de ida y vuelta Sondaje: CS_DDHUSC23151 longitud 280 m**

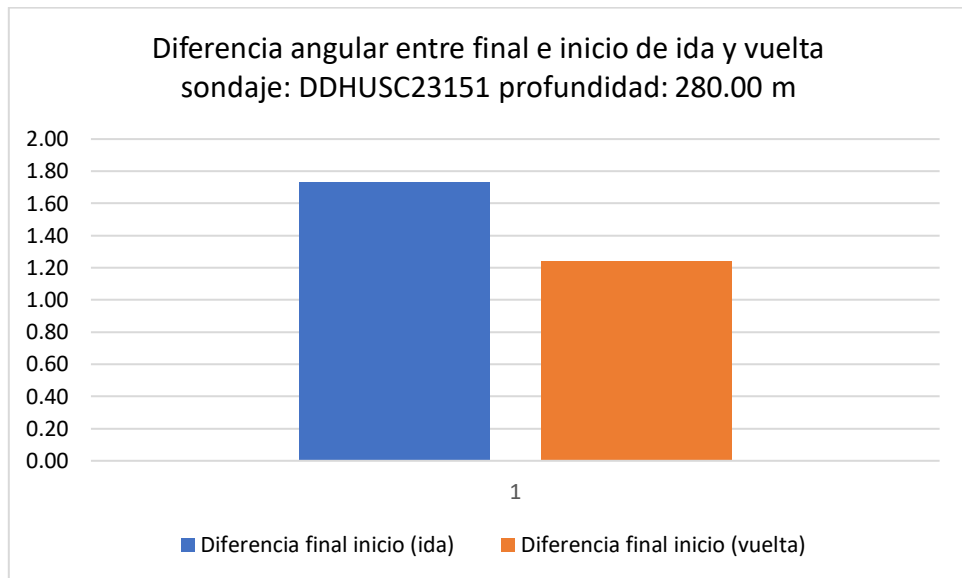


Figura 31. Diferencia angular entre final e inicio de ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23151 longitud 280 m

- **Representación planimétrica Sondaje: CS_DDHUSC23151 longitud 280 m**

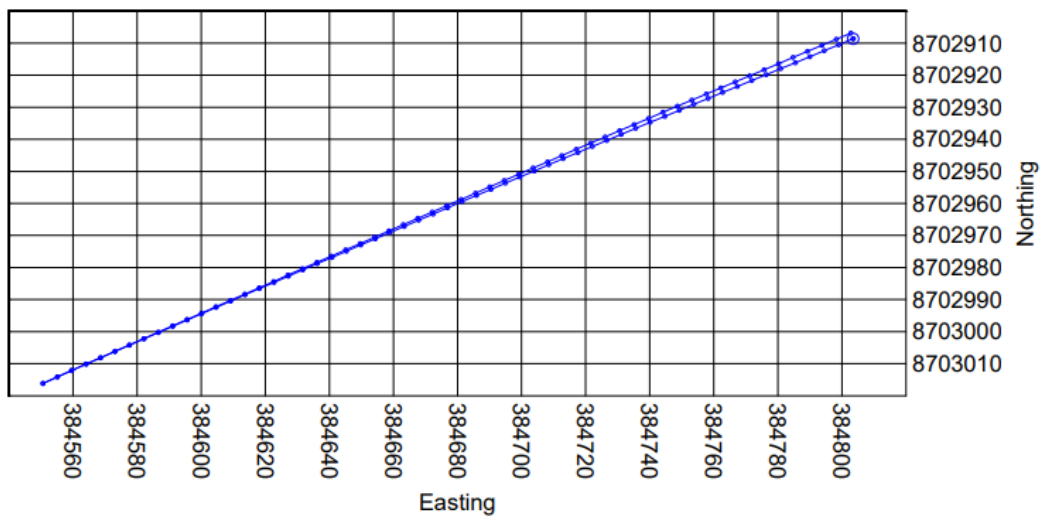


Figura 32. Representación planimétrica sondaje: CS_DDHUSC23151 longitud 280 m

4.4.4 Evaluación sondaje: CS_DDHUSC23175_150 m

Tabla 17. Evaluación sondaje: CS_DDHUSC23175_150 m

COMPANY: VOLCAN COMPAÑÍA MINERA PROYECTO/SAN CRISTOBAL: YAULI/PERÚ NOMBRE DEL
 SONDAJE: DDHUSC23175 PROFUNDIDAD: 150.00 m
 DATUM/UTM - PSAD 56: ZONA/II Este
 Latitude: -11.7 Grid Correction is Zero.
 VS-Azi: 0.0 Degrees

CIA de perforación: Rock Drill / XRD 90-08

SURVEY CALCULATIONS

Filename: CS_DDHUSC23175_150m_ut, SN 14615 Minimum Curvature Method

Report Date/Time: 13/06/2023 / 17:42

Measured Depth m	Incli Angle Deg	Drift Direction Deg	TVD m	Northing m	Easting m	Vertical Section m	Closure Distance m	Closure Direction Deg	Dogleg Severity Deg/30
0.00	-65.15	297.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	-65.24	297.25	-4.54	0.96	-1.87	0.96	2.10	297.13	0.81
10.00	-64.98	296.99	-9.07	1.92	-3.74	1.92	4.20	297.13	1.67
15.00	-64.92	297.48	-13.60	2.88	-5.62	2.88	6.32	297.16	1.31
20.00	-64.99	297.72	-18.13	3.87	-7.50	3.87	8.44	297.27	0.73
25.00	-65.02	297.84	-22.67	4.85	-9.37	4.85	10.55	297.37	0.39
30.00	-65.00	298.00	-27.20	5.84	-11.23	5.84	12.66	297.46	0.41
35.00	-65.00	298.19	-31.73	6.83	-13.10	6.83	14.77	297.55	0.50
40.00	-65.03	298.53	-36.26	7.84	-14.96	7.84	16.88	297.65	0.87
45.00	-65.09	298.75	-40.80	8.85	-16.81	8.85	18.99	297.76	0.64
50.00	-65.06	298.95	-45.33	9.86	-18.65	9.86	21.10	297.87	0.55
55.00	-65.09	298.85	-49.86	10.88	-20.50	10.88	23.21	297.97	0.32
60.00	-65.15	299.04	-54.40	11.90	-22.34	11.90	25.31	298.05	0.61
65.00	-65.10	299.17	-58.94	12.92	-24.18	12.92	27.41	298.13	0.44
70.00	-65.16	299.35	-63.47	13.95	-26.01	13.95	29.52	298.21	0.59
75.00	-65.15	299.54	-68.01	14.98	-27.84	14.98	31.62	298.29	0.49
80.00	-65.13	299.75	-72.55	16.02	-29.67	16.02	33.72	298.38	0.54
85.00	-65.20	300.12	-77.08	17.07	-31.49	17.07	35.82	298.47	1.00
90.00	-65.23	300.34	-81.62	18.13	-33.30	18.13	37.91	298.56	0.59
95.00	-65.25	300.46	-86.16	19.19	-35.10	19.19	40.00	298.66	0.33
100.00	-65.29	300.45	-90.71	20.25	-36.91	20.25	42.09	298.75	0.24
105.00	-65.30	300.61	-95.25	21.31	-38.71	21.31	44.18	298.83	0.39
110.00	-65.42	300.77	-99.79	22.37	-40.50	22.37	46.27	298.92	0.86
115.00	-65.36	301.11	-104.34	23.44	-42.28	23.44	48.35	299.00	0.90
120.00	-65.41	301.07	-108.88	24.52	-44.07	24.52	50.43	299.09	0.29
125.00	-65.51	301.41	-113.43	25.60	-45.84	25.60	52.50	299.18	1.03
130.00	-65.62	301.55	-117.98	26.68	-47.61	26.68	54.57	299.26	0.77
135.00	-65.64	301.79	-122.54	27.76	-49.36	27.76	56.63	299.35	0.60
140.00	-65.66	301.82	-127.09	28.85	-51.12	28.85	58.69	299.44	0.15
145.00	-65.63	301.97	-131.65	29.93	-52.87	29.93	60.75	299.52	0.40
150.00	-65.72	301.92	-136.21	31.02	-54.61	31.02	62.81	299.60	0.52
150.00	-65.68	301.91	-136.21	31.02	-54.61	31.02	62.81	299.60	0.00
145.00	-65.67	301.90	-131.65	29.94	-52.87	29.94	60.75	299.52	0.05
140.00	-65.64	301.90	-127.09	28.85	-51.12	28.85	58.69	299.44	0.17

135.00	-65.65	301.77	-122.54	27.76	-49.36	27.76	56.63	299.35	0.32
130.00	-65.58	301.51	-117.98	26.68	-47.61	26.68	54.57	299.26	0.80
125.00	-65.47	301.40	-113.43	25.60	-45.84	25.60	52.50	299.18	0.69
120.00	-65.40	301.14	-108.89	24.52	-44.06	24.52	50.42	299.09	0.76
115.00	-65.37	301.15	-104.34	23.44	-42.28	23.44	48.34	299.00	0.23
110.00	-65.40	300.84	-99.79	22.37	-40.50	22.37	46.26	298.91	0.81
105.00	-65.29	300.64	-95.25	21.30	-38.70	21.30	44.18	298.83	0.85
100.00	-65.29	300.54	-90.71	20.24	-36.90	20.24	42.09	298.74	0.25
95.00	-65.22	300.55	-86.17	19.17	-35.10	19.17	40.00	298.64	0.38
90.00	-65.17	300.37	-81.63	18.11	-33.29	18.11	37.90	298.54	0.57
85.00	-65.19	300.22	-77.09	17.05	-31.48	17.05	35.80	298.44	0.42
80.00	-65.11	299.90	-72.55	16.00	-29.66	16.00	33.70	298.34	0.95
75.00	-65.11	299.65	-68.02	14.95	-27.84	14.95	31.60	298.24	0.62
70.00	-65.08	299.49	-63.48	13.91	-26.00	13.91	29.49	298.15	0.47
65.00	-65.13	299.31	-58.95	12.88	-24.17	12.88	27.39	298.05	0.54
60.00	-65.02	299.20	-54.41	11.85	-22.33	11.85	25.28	297.95	0.76
55.00	-65.08	299.06	-49.88	10.82	-20.49	10.82	23.17	297.85	0.51
50.00	-65.02	299.21	-45.35	9.80	-18.65	9.80	21.06	297.72	0.52
45.00	-65.00	299.09	-40.81	8.77	-16.80	8.77	18.95	297.56	0.32
40.00	-64.96	298.74	-36.28	7.75	-14.95	7.75	16.84	297.39	0.94
35.00	-65.02	298.48	-31.75	6.73	-13.10	6.73	14.73	297.21	0.74
30.00	-65.00	298.34	-27.22	5.73	-11.24	5.73	12.61	297.01	0.38
25.00	-65.02	298.17	-22.69	4.73	-9.38	4.73	10.50	296.76	0.45
20.00	-64.96	298.12	-18.16	3.73	-7.51	3.73	8.39	296.41	0.40
15.00	-64.90	297.83	-13.63	2.74	-5.64	2.74	6.27	295.88	0.83
10.00	-64.80	297.73	-9.10	1.75	-3.76	1.75	4.15	294.91	0.67
5.00	-64.78	297.53	-4.58	0.76	-1.87	0.76	2.02	292.04	0.50
0.00	-64.86	297.36	-0.05	-0.22	0.01	-0.22	0.22	176.59	0.65
0.00	-64.87	297.36	-0.05	-0.22	0.01	-0.22	0.22	176.59	0.00

➤ **Evaluación de ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23175_150 m**

Tabla 18 Evaluación de ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23175_150 m

IDA			VUELTA		
Measured	Incl Angle	Drift	Measured	Incl Angle	Drift
Depth	Deg	Direction	Depth	Deg	Direction
m		Deg	m		Deg
0.00	-65.15	297.01	150.00	-65.68	301.91
5.00	-65.24	297.25	145.00	-65.67	301.90
10.00	-64.98	296.99	140.00	-65.64	301.90
15.00	-64.92	297.48	135.00	-65.65	301.77
20.00	-64.99	297.72	130.00	-65.58	301.51
25.00	-65.02	297.84	125.00	-65.47	301.40
30.00	-65.00	298.00	120.00	-65.40	301.14
35.00	-65.00	298.19	115.00	-65.37	301.15
40.00	-65.03	298.53	110.00	-65.40	300.84
45.00	-65.09	298.75	105.00	-65.29	300.64
50.00	-65.06	298.95	100.00	-65.29	300.54
55.00	-65.09	298.85	95.00	-65.22	300.55

60.00	-65.15	299.04	90.00	-65.17	300.37
65.00	-65.10	299.17	85.00	-65.19	300.22
70.00	-65.16	299.35	80.00	-65.11	299.90
75.00	-65.15	299.54	75.00	-65.11	299.65
80.00	-65.13	299.75	70.00	-65.08	299.49
85.00	-65.20	300.12	65.00	-65.13	299.31
90.00	-65.23	300.34	60.00	-65.02	299.20
95.00	-65.25	300.46	55.00	-65.08	299.06
100.00	-65.29	300.45	50.00	-65.02	299.21
105.00	-65.30	300.61	45.00	-65.00	299.09
110.00	-65.42	300.77	40.00	-64.96	298.74
115.00	-65.36	301.11	35.00	-65.02	298.48
120.00	-65.41	301.07	30.00	-65.00	298.34
125.00	-65.51	301.41	25.00	-65.02	298.17
130.00	-65.62	301.55	20.00	-64.96	298.12
135.00	-65.64	301.79	15.00	-64.90	297.83
140.00	-65.66	301.82	10.00	-64.80	297.73
145.00	-65.63	301.97	5.00	-64.78	297.53
150.00	-65.72	301.92	0.00	-64.86	297.36

➤ **Evaluación de la diferencia entre ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23175 longitud 150 m**

Tabla 19. Diferencia entre ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23175 longitud 150 m

Measured Depth m	Drift Direction Deg (ida)	Drift Direction Deg (vuelta)	Diferencia ida y vuelta	Diferencia final inicio (ida)	Diferencia final inicio(vuelta)
0	297.01	297.36	-0.35	4.91	4.55
25.00	297.84	298.17	-0.33		
50.00	298.95	299.21	-0.26		
75.00	299.54	299.65	-0.11		
100.00	300.45	300.54	-0.09		
125.00	301.41	301.14	0.27		
150.00	301.92	301.91	0.01		

➤ **Drift direction deg. (ida y vuelta) sondaje: CS_DDHUSC23175 longitud 150 m**

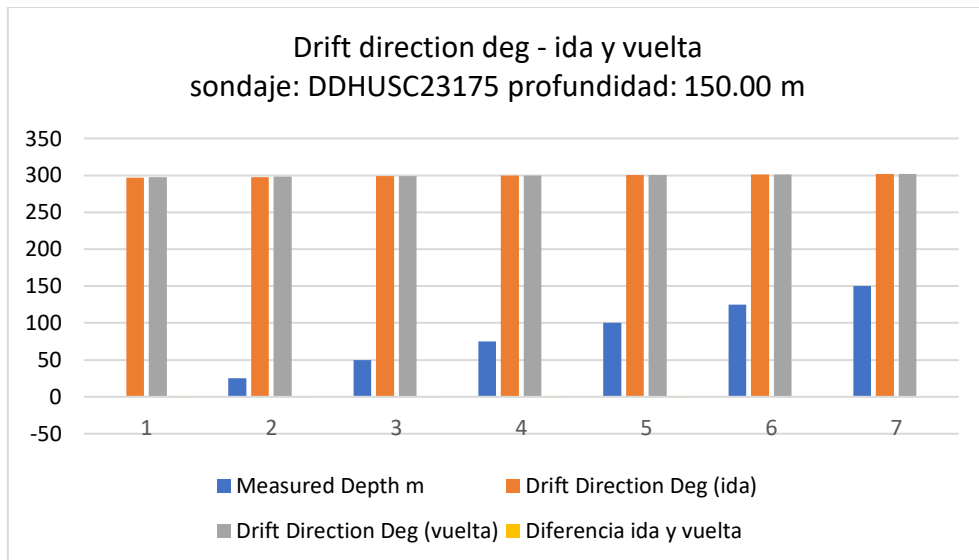


Figura 33. Drift direction deg - ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23175 longitud 150 m

➤ **Diferencia angular - ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23175 150 m**

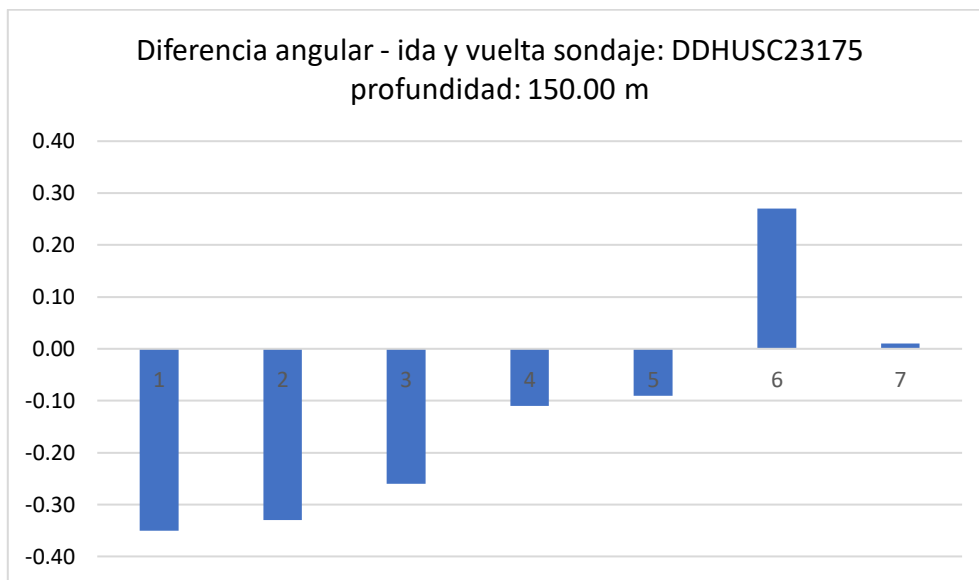


Figura 34. Diferencia angular - ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23175 longitud 150 m

- **Diferencia angular entre final e inicio de ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23175 150 m**

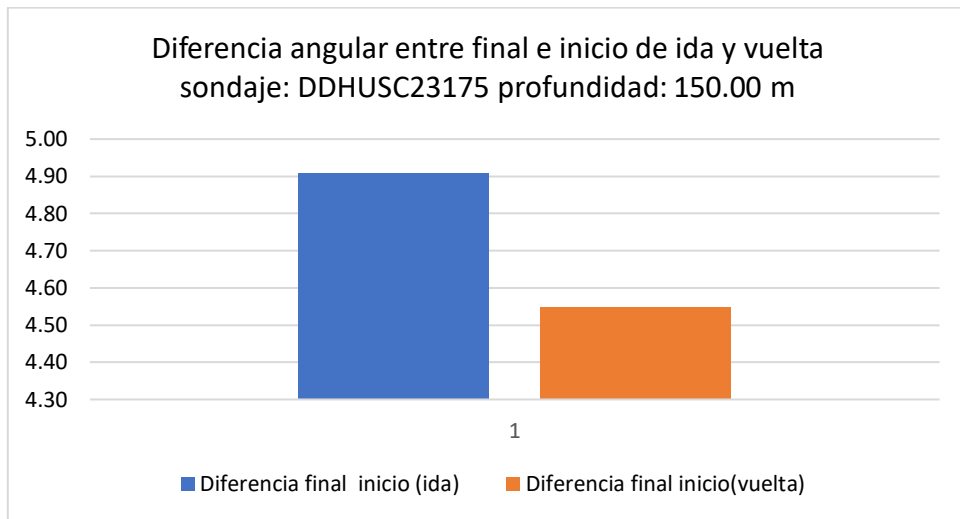


Figura 35. Diferencia angular entre final e inicio de ida y vuelta sondaje: CS_DDHUSC23175 150 m

- **Representación planimétrica sondaje: CS_DDHUSC23175 150 m**

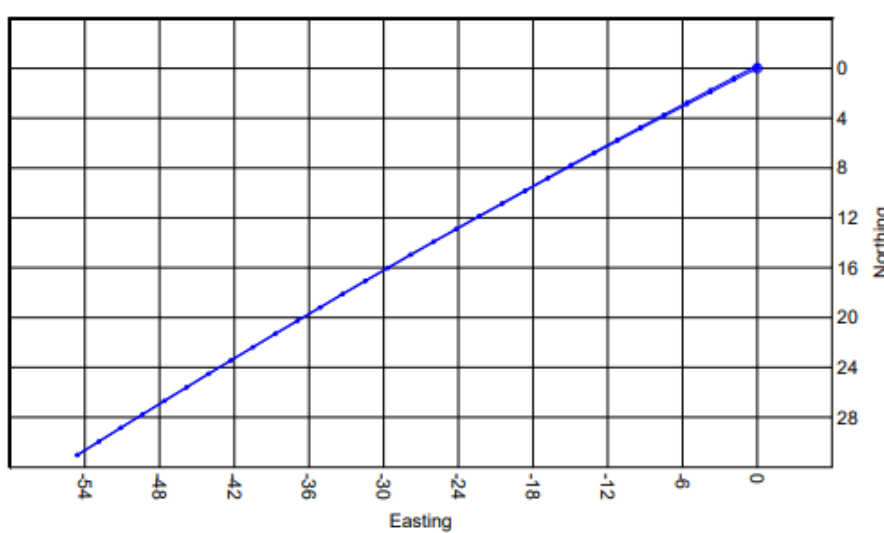


Figura 36. Representación planimétrica sondaje: CS_DDHUSC23175 150 m

4.4.5 Análisis de desviaciones y resultados

En tabla 19 se muestra los resultados con su respectiva diferencia en las desviaciones que presentan los taladros de sondajes que fueron realizados. De los 4 taladros realizados, 1 taladro muestra extremadamente desviados y los 3 taladros ligeramente desviado que fueron a ser evaluados en el tiempo de estudio, como ya se mencionó, en base al parámetro de tolerancia de desviación dado por el cliente ($< 1^\circ$ de desviación, por cada 100 metros, tanto en el azimut e inclinación).

Tabla 20. Descripción de los taladros de sondajes y los resultados finales de desviación

N°	Nombre del sondaje	Profundidad Programado (m)	Dips programado	Azimuth programado	Diferencia	
					Dips	Azimuth
1	DDHUSC23175	150m	297.01°	- 64.13°	0.80°	4.91°
2	DDHUSC23123	225m	300°	- 17°	1.37°	-1.06°
3	DDHUSC23151	280m	292.33°	+ 11.88°	-1.74°	1.73°
4	DDHUCA23040	380m	211°	+ 1.61°	1.76°	-1.1°

Como se puede apreciar, los taladros de sondajes diamantinos que no se llevaron el respectivo control y medición continua de la desviación, presentan un resultado mayor o desviación extremadamente desviado de lo previsto de acuerdo a los parámetros de tolerancia de desviación, por lo tanto, este taladro de sondaje no fue valorizado, por el área de departamento de geología.

4.4.6 Medición de la trayectoria de sondajes diamantinos utilizando la tecnología Champ Gyro de la desviación

El análisis de la medición de la trayectoria de sondajes diamantinos utilizando la tecnología Champ Gyro ha demostrado ser una herramienta efectiva para la optimización de costos en proyectos mineros. Los resultados obtenidos indican que esta tecnología proporciona mediciones más precisas y confiables en comparación con métodos tradicionales, lo que permite una mejor planificación y ejecución de los trabajos de perforación.

Los principales beneficios observados incluyen:

- Reducción de errores en la trayectoria: la tecnología Champ Gyro minimiza las desviaciones no deseadas de la trayectoria planificada, lo que reduce la necesidad de correcciones costosas y retrabajos.
- Mejora en la precisión de los datos: la exactitud en la medición de la trayectoria contribuye a una mejor interpretación geológica y, por lo tanto, a decisiones más informadas y acertadas en el desarrollo del proyecto.
- Optimización de recursos: al contar con datos precisos desde el inicio, se optimiza el uso de equipos y personal, disminuyendo el tiempo y los costos asociados a la perforación.
- Aumento de la seguridad: la precisión en la trayectoria reduce los riesgos asociados a la perforación, contribuyendo a un entorno de trabajo más seguro.

4.4.7 Elementos causales en la desviación de sondajes diamantinos al aplicar la tecnología Champ Gyro

La investigación sobre los elementos causales en la desviación de sondajes diamantinos al aplicar la tecnología Champ Gyro ha identificado varios factores clave que influyen en la precisión de la trayectoria y, en consecuencia, en la optimización de costos. Los resultados destacan la importancia de controlar y mitigar estos elementos para mejorar la eficiencia y reducir los gastos operativos en proyectos de perforación.

Los principales elementos causales identificados son:

- **Condiciones geológicas:** la variabilidad en la composición y dureza del terreno impacta significativamente en la desviación de la trayectoria de los sondajes. La tecnología Champ Gyro permite detectar y ajustar estas desviaciones de manera más precisa.
- **Calidad del equipo:** la precisión y calibración de los equipos de perforación y medición son cruciales. Champ Gyro se destaca por su alta precisión, lo que reduce errores y desviaciones causadas por equipos menos avanzados.
- **Habilidades del operador:** la experiencia y competencia del personal que maneja los equipos de perforación y medición influyen en la exactitud de la trayectoria. La tecnología Champ Gyro facilita la operación, reduciendo la dependencia en la habilidad manual del operador.
- **Procedimientos de perforación:** la metodología y técnicas empleadas durante la perforación afectan la trayectoria del sondaje. Champ Gyro ayuda a ajustar y mejorar estos procedimientos en tiempo real, reduciendo la desviación.
- **Factores ambientales:** variables como la temperatura, humedad y presión pueden afectar la precisión de la perforación. La robustez de Champ Gyro frente a estas condiciones permite mantener una trayectoria más constante y precisa.

4.4.8 El análisis de los parámetros técnicos de perforación de sondajes diamantinos utilizando la tecnología Champ Gyro

El análisis de los parámetros técnicos de perforación de sondajes diamantinos utilizando la tecnología Champ Gyro ha revelado varios aspectos clave que contribuyen a la optimización de costos en proyectos de perforación. Los resultados de la investigación destacan la importancia de ajustar y monitorear estos parámetros para maximizar la eficiencia y reducir los gastos operativos.

Los principales parámetros técnicos identificados son:

- **Precisión en la medición de la trayectoria:** la tecnología Champ Gyro proporciona una precisión superior en la medición de la trayectoria de los sondajes, lo que reduce las desviaciones no deseadas y minimiza la necesidad de correcciones costosas.

- Velocidad de perforación: la capacidad de Champ Gyro para proporcionar datos en tiempo real permite optimizar la velocidad de perforación, ajustando la tasa de avance según las condiciones del terreno y la trayectoria deseada.
- Ángulo de inclinación y azimut: la tecnología facilita el control y ajuste del ángulo de inclinación y el azimut durante la perforación, asegurando que se mantenga la dirección planificada y evitando desvíos que pueden aumentar los costos.
- Profundidad de perforación: la capacidad de medir con precisión la profundidad real del sondaje ayuda a evitar perforaciones innecesarias, optimizando así el uso de recursos y reduciendo el desgaste del equipo.
- Torque y presión de avance: la monitorización y ajuste del torque y la presión de avance son cruciales para mantener la eficiencia y prevenir problemas como atascos o desgastes prematuros del equipo. Champ Gyro facilita el control de estos parámetros en tiempo real.
- Registro continuo de datos: la capacidad de Champ Gyro para registrar y analizar datos continuamente permite una mejor toma de decisiones y una respuesta rápida a cualquier desviación o problema que surja durante la perforación.

4.5 Análisis de costos

A continuación, se muestra el análisis del costo de beneficio por la mejora en la desviación y su correlación con la eficiencia obtenida, antes y después de la aplicación propuesta.

4.5.1 Análisis de propuesta de costo antes

Tabla 21. Análisis de propuesta de costo antes

DATOS:						
Costo por metro perforados:					\$	92.00
Metros perforados:						385m
PROPUESTA DE COSTO ANTES						
Nº	Nombre del sondaje	Profundidad taladro (m perforado)	Valorización del taladro	Metraje aprobado	Valorización (metraje aprobado)	
1	DDHUSC23175	160	\$ 14,720.00	0	\$ -	
2	DDHUSC23123	225	\$ 20,700.00	225	\$ 20,700.00	
Total ganancia:		\$ 35,420.00	Total ganancia:	\$	20,700.00	
			Total perdida:	\$	14,720.00	
			Total perdida:	S/	54,758.40	

Teniendo un total de 385 metros perforados, resultados aprobados 225 metros perforados, donde el acuerdo de costo por metro perforado es de (92\$/m), obteniendo una ganancia de \$ 20,700.00 (Veinte mil setecientos con 00/100 dólares) correspondiente a una eficiencia de:

$$Efi. = \frac{Mts\ valorizados}{Mts\ perforados} \times 100$$

$$Efi. = \frac{20700.00}{385.00\ m} \times 100$$

Eficiencia antes = 53.77%

4.5.2 Análisis de propuesta de costo después

Tabla 22. Análisis de propuesta de costo después

DATOS:						
Costo por metro perforados:					\$	92.00
Metros perforados:						680m
PROPUESTA DE COSTO DESPUES						
Nº	Nombre del sondaje	Profundidad taladro (m perfoado)	Valorización del taladro	Metraje aprobado	Valorización (metraje aprobado)	
3	DDHUSC23151	290	\$ 26,680.00	290	\$ 26,680.00	
4	DDHUCA23040	390	\$ 35,880.00	390	\$ 35,880.00	
Total ganancia:		\$ 62,560.00	Total ganancia:	\$	62,560.00	
			Total ganancia:	\$/	232,723.20	
			Total perdida:	\$	-	

Con un total de 680 metros perforados después de aplicar la propuesta de control de desviación de trayectoria de sondajes diamantinos, aplicando la tecnología de Azimuth Aligner. los controles de medición continua cada 25 metros con el Cham Gyro, Barel Full Hole y controles operacionales, los resultados aprobados para la valorización fueron todas, obteniendo una ganancia de \$ 62650.00 (sesenta y dos mil seiscientos cincuenta con 00/100 dólares) correspondiente a una eficiencia de:

$$Efi. = \frac{Mts\ valorizados}{Mts\ perforados} \times 100$$

$$Efi. = \frac{62560.00}{680.00\ m} \times 100$$

Eficiencia Despues = 92.00%

En conclusión, obteniendo una eficiencia antes de emplear la propuesta de 52.77 % de rendimiento versus una eficiencia de 92.00 % después de aplicar el control de desviación de trayectoria de sondajes diamantinos, para optimizar los costos aplicando la tecnología de Cham Gyro y que debe considerarse su implementación para la reducción de desviación de trayectoria de sondajes diamantinos.

4.6 Propuesta de la aplicación de la tecnología Cham Gyro y/o acciones de mejora para el control de desviación de sondajes diamantinos.

4.6.1 Cham Gyro ®el giroscopio original del perforador

- ✓ Operación de búsqueda de norte de un solo disparo, disparo múltiple y orientación
- ✓ Azimut de alta exactitud, +/- 0.75° con el tiempo más breve de búsqueda de norte, 120s
- ✓ El giroscopio buscador de norte más pequeño y liviano: 36 mm (1.42")
- ✓ Medición en el pescante con Champ OSA™ de descenso rápido
- ✓ Capacidad de orientación de testigos vertical
- ✓ Medición segura dentro de tubos interiores de circulación inversa (RC) de pequeño diámetro
- ✓ Transferencia de datos a Axis onSite™ con acceso al portal de clientes de onSite™
- ✓ integración API de software empresaria

a) Características técnicas

- ✓ La capacidad de búsqueda de norte de alta exactitud del Champ Gyro ofrece un mayor rendimiento de medición de pozos en menos tiempo para la operación de un solo disparo, disparo múltiple u orientación.
- ✓ Medición con búsqueda de norte en el pescante mientras usted recupera el testigo en tubos de tamaño B a P con el Champ Gyro™ en los conjuntos de perfil delgado Champ OSA™ de descenso rápido de 45.0 mm (1.77") o 42.0 mm (1.65").
- ✓ Perfore más y elimine tiempo de medición reemplazando las series de mediciones de un solo disparo electrónicas separadas por mediciones con búsqueda de norte, tomadas mientras se recupera un testigo.
- ✓ Aumente la certeza posicional del pozo perforado con las mediciones independientes de búsqueda de norte del Champ Gyro, que no están afectadas por la interferencia magnética, azimut en el collar ni errores de medición continuos acumulativos subsiguientes.
- ✓ Con un diámetro exterior de 36 mm (1.42"), el Champ Gyro es el único giroscopio buscador de norte que puede medir de manera confiable pozos de pequeño diámetro o el interior de tubos interiores de circulación inversa (RC) de pequeño diámetro.
- ✓ Axis onSite™ transmite de manera inalámbrica mediciones desde el dispositivo portátil de Champ Gyro a través de wifi o datos celulares en la máquina de perforación o en la oficina

- de proyecto, con lo que proporciona a los usuarios un acceso en tiempo real a la información crítica de medición de pozos perforados. Los datos se encuentran accesibles desde el portal de clientes de onSite™ o desde cualquier espacio de trabajo de geociencias o perforación, suministrados por la perfecta y automatizada integración API de software empresarial.
- ✓ El giroscopio probado en campo y manejado por el perforador.

b) Especificaciones

- Exactitud
 - ✓ Azimut: +/- 0.75°* (búsqueda de norte)
 - ✓ Desviación (Dip): +/- 0.15°
 - ✓ Toolface Gravitacional: +/- 0.15°
 - ✓ Toolface Giroscópico: +/- 0.75°

- Rango
 - ✓ Búsqueda de Norte: Desviación (dip)
 - ✓ +/- 20° a +/- 90°

- Asignación de profundidad
 - ✓ Entrada de usuario manual
 - ✓ Asignación inalámbrica, integrada y automatizada (disponible con contador electrónico)

- Batería
 - ✓ Recargable de iones de litio, 5000 mA·h
 - ✓ 30 horas de operación continua
 - ✓ Se suministran dos módulos de batería

- Temperatura, impacto y presión nominal
 - ✓ Temperatura: -10 °C a +70 °C (14 °F a 158 °F)
 - ✓ Impacto: 1000 g axial, 1/2 onda senoidal, 1 ms
 - ✓ Presión Nominal: 4000 psi

- Dimensiones y peso
 - ✓ Instrumento de pozo
 - ✓ DE: 36 mm (1.41”), L: 1640 mm (64.56”), Peso: 7 kg (15.43 lb)
 - ✓ Envío
 - ✓ L: 1117 mm (45.9”), Ancho: 410 mm (16.1”), Alt: 180 mm (7.1”), Peso: 25.0 kg (55.12 lb)

- Mediciones y comunicación
- ✓ Operación de búsqueda de norte de un solo disparo, disparo múltiple y orientación
- ✓ Tiempo de disparo de búsqueda de norte con la exactitud establecida: 120 s
- ✓ Opciones de modos de búsqueda de norte de precisión: > 120 s

4.6.2 Propuesta del uso de Cham Gyro ®

Es la tecnología en alineación más precisa del mundo para equipos de perforación, está reduce los tiempos de instalación del equipo de perforación diamantina hasta en un 90%, reduce los costos por metro perforado hasta en un 15%.

- ✓ Elimina la desviación del barrero atribuible a la desalineación en el collar, la causa primaria de desviación.
- ✓ Lecturas de azimut e inclinación a través de una interface inalámbrica portátil.
- ✓ Busca el norte magnético en 15 minutos.
- ✓ No es afectado por el magnetismo.
- ✓ Preconfigurado para su operación antes de llegar al sitio.

4.6.3 Propuesta de control Cham Gyro

El Champ Gyro es un equipo de medición, tiene la capacidad de búsqueda de norte de alta exactitud, un mayor rendimiento de medición de pozos en menos tiempo para la operación de un solo disparo, disparo múltiple u orientación. Esta tecnología de estado sólido, tiene la función de tomar registros de la trayectoria de los sondajes diamantinos.

Para hacer esto, una vez alcanzado la profundidad que desea medir, para ello ya ah de terminar el ciclo de perforación, también conocido corrida, comenzaremos a medir la desviación de trayectoria de los sondajes diamantinos, que está basado en una secuencia acciones establecidas.

Tabla 23. Especificaciones técnicas de Champ Gyro

Especificaciones técnicas	
Exactitud	Dimensiones y peso
Azimut: +/- 0.75°* (búsqueda de norte)	Instrumento de pozo
Desviación (Dip): +/- 0.15°	DE: 36 mm (1.41”), L: 1640 mm (64.56”),
Toolface Gravitacional: +/- 0.15°	Peso: 7 kg (15.43 lb)
Toolface Giroscópico: +/- 0.75°	Envío
Rango	

Búsqueda de Norte: Desviación (dip) +/- 20° a +/- 90°	L: 1117 mm (45.9”), Ancho: 410 mm (16.1”), Alt: 180 mm (7.1”), Peso: 25.0 kg (55.12 lb)
Asignación de Profundidad	
Entrada de usuario manual	
Asignación inalámbrica, integrada y automatizada (disponible con contador electrónico)	Mediciones y comunicación
	Operación de búsqueda de norte de un solo disparo, disparo múltiple y orientación
	Tiempo de disparo de búsqueda de norte con la exactitud establecida: 120 s
Batería	
Recargable de iones de litio, 5000 mA·h 30 horas de operación continua.	Opciones de modos de búsqueda de norte de precisión: > 120 s
Se suministran dos módulos de batería.	<i>*La exactitud de azimut de búsqueda de norte depende de la latitud y de la desviación (dip) (1 sigma).</i>
Temperatura, impacto y presión Nominal	<i>Las especificaciones técnicas están sujetas a cambios sin notificación.</i>
Temperatura: -10 °C a +70 °C (14 °F a 158 °F)	
Impacto: 1000 g axial, 1/2 onda senoidal, 1 ms	
Presión Nominal: 4000 psi	

Tomada de Especificaciones técnicas del sistema Cham Gyro.

- ✓ Conceptos
- ✓ Dirección
- ✓ Inclinación Azimut
- ✓ Posición
- ✓ Medición de trayectoria
- ✓ Verticalidad
- ✓ Análisis de verticalidad
- ✓ Recomendaciones para el uso de Champ Gyro
- ✓ Operación de búsqueda de norte de un solo disparo, disparo múltiple y orientación.
- ✓ Azimut de alta exactitud, +/- 0.75° con el tiempo más breve de búsqueda de norte, 120 s.
- ✓ El giroscopio buscador de norte más pequeño y liviano: 36 mm (1.42”)
- ✓ Medición en el pescante con Champ OSA™ de descenso rápido.
- ✓ Capacidad de orientación de testigos vertical.
- ✓ Medición segura dentro de tubos interiores de circulación inversa (RC) de pequeño diámetro.

- ✓ Transferencia de datos a Axis onSite™ con acceso al portal de clientes de onSite™ o integración API de software empresarial.

4.6.4 Ensamblaje de Champ Gyro

➤ Medición de desviación con el sistema de Champ Gyro.

En la superficie, el usuario inicia el Champ Gyro mediante una tablet. Se realizan mediciones de pozos en un solo disparo o multidisparo, a la profundidad deseada. Los datos se descargan por comunicación inalámbrica de alta velocidad, y son accesibles de forma inmediata sin necesidad de post procesamiento o interpretación.

Champ Gyro funciona por cable o con Champ OSA™ (Overshot) que permite realizar una medición cada vez que recupere el testigo geológico, reduciendo así enormemente el tiempo de espera de perforación asociado a las mediciones convencionales.

➤ Pasos a seguir con sistema de Champ Gyro

- Suponiendo que la batería está cargada y conectada a la herramienta, despierte la herramienta girando 360° grados mientras está en posición horizontal.

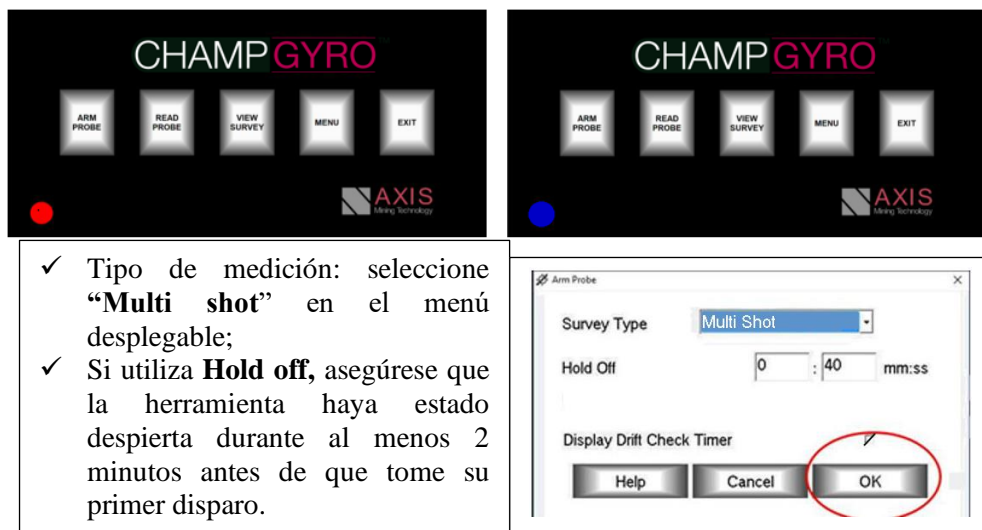


Figura 37. Champ Gyro

- Seleccionar en el menú principal de la unidad portátil "Arm Probe"



Figura 38. Champ Gyro -Arm Probe

- Aparece una ventana con las opciones de programación antes de realizar la medición. Una vez programado, seleccionamos OK.
- Tipo de medición: seleccione “Multi shot” en el menú desplegable;
- Si utiliza Hold off, asegúrese que la herramienta haya estado despierta durante al menos 2 minutos antes de que tome su primer disparo.

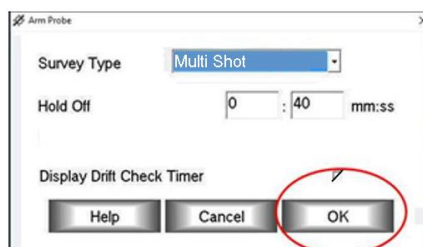


Figura 39. Ventana con opciones de programación

- Ahora verá la siguiente pantalla, la herramienta se puede mover y recorrer el sondaje durante este tiempo.

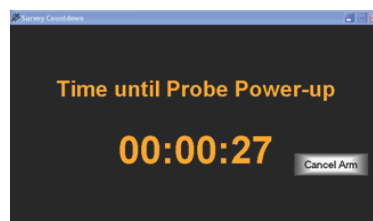


Figura 40. Time until probe power-up

- Una vez que se encienda la herramienta, verá la siguiente pantalla, está lista para realizar una nueva medición en la próxima estación.

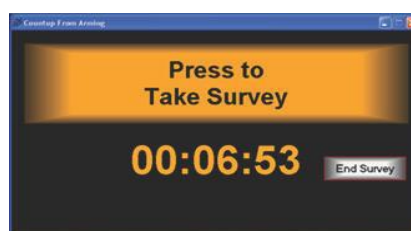


Figura 41. Press to take Survey

- Después de presionar "**Press to take Survey**", verá la siguiente pantalla:
- Teclar la profundidad del disparo;
- Puede elegir establecer un incremento de profundidad automático, el que se puede cambiar en cualquier momento o ingresar cero si desea cambiar de rangos de profundidad.
- Presione la casilla "**Outrun**" si la medición se ejecutará de salida.
- La herramienta debe permanecer inmóvil mientras se toma el disparo.

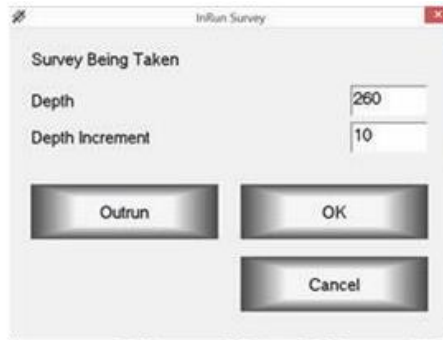


Figura 42. Press to take Survey – Survey Being Taken

- Después de presionar OK, verá la siguiente pantalla:

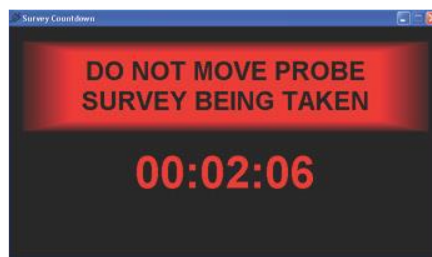


Figura 43. Survey Being Taken

- Una vez que se haya realizado el disparo, verá la siguiente pantalla. Mueva la herramienta a la siguiente estación y repita el proceso.

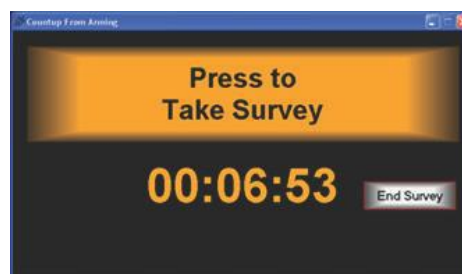


Figura 44. Press to Survey Being Taken

- Cuando haya terminado de realizar las mediciones, presione el botón Finalizar medición (End Survey) que lo llevará de vuelta al menú principal y recuperará la herramienta.

- Una vez que se haya recuperado la herramienta, active girando 360° en una posición horizontal. Asegúrese que la ventana de Bluetooth en la herramienta esté apuntando a la Tablet y se encuentre a menos de 2 m;
- Seleccione "Read Probe" en el menú principal;

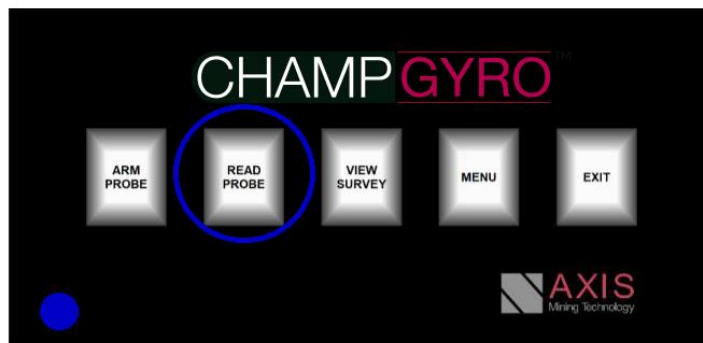


Figura 45. Champ Gyro - Read Probe

- La tablet, en comunicación con la herramienta, pasará por un proceso de descarga. Debe asegurarse que tablet permanezca dentro de los 2 metros durante este proceso; una vez completado, aparecerá la siguiente pantalla:

En este punto, tendrá que crear un nombre de sondaje, una vez hecho, presione **OK**. El prefijo de "ms" de nombre de sondaje es automático, por lo que solo se debe ingresar el nombre de sondaje.

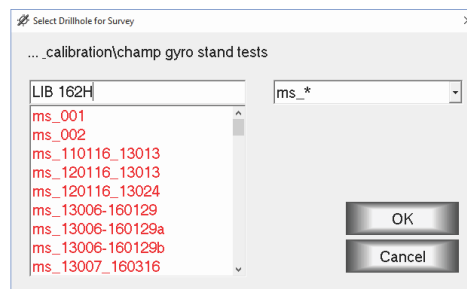


Figura 46. Crear un nombre de sondaje

- Aparecerá la pantalla **Tie In**, la única información que se debe ingresar es la latitud para el collar del sondaje (grados decimales). En el hemisferio sur, la latitud siempre será negativa y en el hemisferio norte será positivo; Si no aparece el signo negativo, los resultados de la medición serán incorrectas.

La latitud se puede corregir en el software posterior a la medición

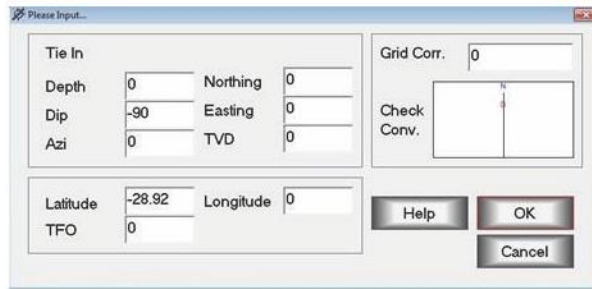


Figura 47. Programación de la latitud Depth, dip Azi

- Después de completar la información de **Tie In**, aparecerá una pantalla donde no se requieren los detalles, simplemente puede presionar **OK**.



Figura 48. Pantalla de información de Tie In completa

- A continuación, aparecerá la pantalla de visualización de la medición; esto mostrará los resultados de su medición.

Depth	Dip	Azi	Northing	Easting	TVD	(log)2	Clog	VS	Quality	Htg	SAg	Wt
4.8	85.5	276.7	-1.1	-5.1	5.9	102.5	276.4	9.1	58.1	346.1	12.4	
12.8	75.1	283.8	-0.5	-3.8	11.5	113.4	278.7	8.5	276.2	198.9	12.4	
18.8	74.3	281.1	-1.8	-4.7	17.3	117.3	282.8	1.8	25.7	323.8	12.7	

Figura 49. Pantalla de visualización de la medición

- El proceso de medición ahora está completo y los datos guardados, puede salir de la pantalla de visualización y apagar la Tablet o exportar los datos a USB presionando el botón **"Exportar"** y eligiendo un destino.

4.7 Discusión de resultados

H.E. N°1: El resultado del análisis de la medición de la trayectoria de sondajes diamantinos aplicando la tecnología Champ Gyro permite tomar mediciones de alta precisión en modo solo lo cual influye para optimizar costos.

Respecto a esta hipótesis, se concluyó que: se comprobó que la implementación de la tecnología Champ Gyro en la medición de la trayectoria de sondajes diamantinos representa una inversión inicial que se justifica plenamente por los ahorros significativos en costos operacionales y la mejora en la calidad y seguridad del proyecto. Esta herramienta no solo optimiza el proceso de perforación, sino que también mejora la eficiencia general del proyecto minero.

Según Altamirano (1) en su tesis titulada: “Influencia de los parámetros técnicos de perforación diamantina y aire reverso para disminuir costos por desviación de sondajes en un Proyecto Minero de Cajabamba 2020”. en una de sus conclusiones estableció que, se tomó como muestra tres sondajes correspondientes a perforación diamantina y dos de aire reverso. Los datos se tomaron de los reportes diarios de avance de perforación y para datos de la trayectoria se empleó el equipo Gyro Reflex. Los resultados muestran que, al controlar los parámetros técnicos de perforación se minimizó las desviaciones de los sondajes y se logró reducir los costos operativos en un total de 32% del costo total (1).

De ambas investigaciones se estable que es necesario del uso de alguna tecnología moderna que permita controlar el ángulo de desviación

H.E. N° 2: Los elementos causales en la desviación de sondajes diamantinos aplicando la tecnología Champ Gyro son corregidos de modo solo debido a que cuenta con sensores de última generación, robustos y fiables, lo cual influye en la optimización de costos.

Respecto a esta hipótesis la investigación, se concluyó que, se verifico que con la aplicación de la tecnología Champ Gyro en la medición de la trayectoria de sondajes diamantinos es esencial para identificar y mitigar los elementos causales de desviación. Esto no solo mejora la precisión de la perforación, sino que también optimiza los costos al reducir retrabajos y mejorar la eficiencia operativa. La adopción de esta tecnología representa una ventaja competitiva en la gestión de proyectos de perforación, garantizando una mayor calidad y control en los procesos.

Según Llamoclla (2) en su tesis titulada: “Reducción de costos operativos, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura Consorcio

Minero Horizonte S.A Pataz, La Libertad”. en su conclusión establece que, se exponen los beneficios obtenidos con la optimización de estándares operacionales, control continuo de los estándares, los beneficios se reflejan en la reducción de los costos operativos, los costos de las diversas áreas que integran una mina.

De ambas investigaciones se estable que es necesario controlar los parámetros de perforación porque finalmente estos parámetros influyen en el control del ángulo de desviación

H.E. N° 3: El control de los parámetros técnicos de perforación de sondajes diamantinos aplicando la tecnología Champ Gyro gracias a la conexión inalámbrica Bluetooth® de alta velocidad influye para optimizar costos

Respecto a la hipótesis específica 3, la investigación concluyo que, se comprobó que la implementación de la tecnología Champ Gyro en la perforación de sondajes diamantinos optimiza varios parámetros técnicos clave que contribuyen significativamente a la reducción de costos operativos. Esta tecnología no solo mejora la precisión y eficiencia de la perforación, sino que también permite un uso más eficaz de los recursos y una mejor planificación del proyecto. La adopción de Champ Gyro representa una inversión estratégica para mejorar la calidad y control en los procesos de perforación, asegurando una ejecución más económica y efectiva.

Según Llamocella (2) en su tesis titulada “Reducción de costos operativos, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura Consorcio Minero Horizonte S.A Pataz, La Libertad”, en su conclusión establece que, se exponen los beneficios obtenidos con la optimización de estándares operacionales, control continuo de los estándares, los beneficios se reflejan en la reducción de los costos operativos, los costos de las diversas áreas que integran una mina.

De ambas investigaciones se estable que es necesario controlar los parámetros de perforación porque finalmente estos parámetros influyen en el control del ángulo de desviación.

CONCLUSIONES

1. Se comprobó que la aplicación de la tecnología Champ Gyro en la unidad minera San Cristóbal – Carahuacra para el año 2024 se presenta como una estrategia eficaz para controlar las desviaciones de las trayectorias de sondajes diamantinos. Esta implementación no solo optimiza los costos operativos, sino que también mejora la seguridad, la eficiencia y la sostenibilidad de las operaciones mineras.
2. Se comprobó que la implementación de la tecnología Champ Gyro en la medición de la trayectoria de sondajes diamantinos representa una inversión inicial que se justifica plenamente por los ahorros significativos en costos operacionales y la mejora en la calidad y seguridad del proyecto. Esta herramienta no solo optimiza el proceso de perforación, sino que también mejora la eficiencia general del proyecto minero.
3. Se verificó que con la aplicación de la tecnología Champ Gyro en la medición de la trayectoria de sondajes diamantinos es esencial para identificar y mitigar los elementos causales de desviación. Esto no solo mejora la precisión de la perforación, sino que también optimiza los costos al reducir retrabajos y mejorar la eficiencia operativa. La adopción de esta tecnología representa una ventaja competitiva en la gestión de proyectos de perforación, garantizando una mayor calidad y control en los procesos.
4. Se comprobó que la implementación de la tecnología Champ Gyro en la perforación de sondajes diamantinos optimiza varios parámetros técnicos clave que contribuyen significativamente a la reducción de costos operativos. Esta tecnología no solo mejora la precisión y eficiencia de la perforación, sino que también permite un uso más eficaz de los recursos y una mejor planificación del proyecto. La adopción de Champ Gyro representa una inversión estratégica para mejorar la calidad y control en los procesos de perforación, asegurando una ejecución más económica y efectiva.

RECOMENDACIONES

1. Luego de haber comprobado que implementación de la tecnología Champ Gyro, se recomienda capacitar a los operadores y técnicos en su uso, asegurando que comprendan su funcionamiento, ventajas y métodos de aplicación óptimos; realizar programas de formación continua para mantener al personal al tanto de las últimas actualizaciones y mejoras en la tecnología Champ Gyro
2. Luego de haber verificado que la implementación de la metodología Champ Gyro representa una inversión inicial que se justifica plenamente por los ahorros significativos en costos operacionales y la mejora en la calidad y seguridad del proyecto, se recomienda instalar un sistema de monitoreo en tiempo real para detectar y corregir desviaciones inmediatamente durante el proceso de perforación, del mismo modo utilizar el análisis de datos proporcionado por Champ Gyro para ajustar los parámetros de perforación en tiempo real, mejorando así la precisión de la trayectoria.
3. Se verificó que con la aplicación de la tecnología Champ Gyro representa una ventaja competitiva en la gestión de proyectos de perforación, garantizando una mayor calidad y control en los procesos se recomienda mantener un registro detallado de las desviaciones detectadas y corregidas, utilizando estos datos para identificar patrones y mejorar continuamente las técnicas de perforación y ajustar los procedimientos de perforación basados en los resultados obtenidos, implementando mejoras continuas para optimizar la precisión y reducir los costos.
4. Se comprobó que la implementación de la tecnología Champ Gyro optimiza varios parámetros técnicos clave que contribuyen significativamente a la reducción de costos operativos. Mejorando la calidad y control en los procesos de perforación, asegurando una ejecución más económica y efectiva se recomienda una revisión periódica de estrategias de perforación y optimización de costos, ajustándolas según los resultados y avances tecnológicos disponibles; del mismo modo adoptar mejores prácticas basadas en la experiencia y los estudios de caso de otras unidades mineras que hayan implementado con éxito esta tecnología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALTAMIRANO, Bryam y COBA, Vanesa. Influencia de los parámetros técnicos de perforación diamantina y aire reverso para disminuir costos por desviación de sondajes en un proyecto minero de Cajabamba 2020. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Trujillo - Perú : Universidad Privada del Norte, 2021, 82 pp.
2. LLACCOLLA PHUYO , Ghiubert Amilcar. Reducción de costos operativos, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura consorcio minero horizonte S.A Pataz, La Libertad. Tesis (Título de Ingeniero de Minas).Cuzco - Perú : Univesidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2019, 118pp.
3. CUPI, Julio y PARI, Ricardo. Optimización de la utilidad mediante la reducción de la desviación en la perforación roto percutiva de taladros horizontales de la empresa Geodrill S.A.C. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Arequipa-Perú : Universidad Tecnológica del Perú, 2021, 112 pp.
4. ADAUTO, Ramón y HUANUCO, Alvaro. Optimización de los parámetros de perforación y voladura, para disminuir el costo de avance de los frentes de preparación, Unidad Minera Apmnac Pulpera. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo - Perú : Universidad Continental, 2022, 71 pp.
5. SUASNABAR, Elvis. Optimización de la voladura para la reducción de costos en el desarrollo del Crucero 620, Proyecto de Exploración Esperanza VI, U.E.A Capitana - Compañía Minera Caravelí S.A.C. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo -Perú : Universidad Continental, 2020, 122 pp.
6. CODRISE, perforación diamantina. *Productos diamantados parámetros de perforación área de ventas – equipo técnico*. ILima - Perú : s.n.
7. AXIS , Mining Technology. *Giroscopio Buscador de Norte de Disparo Múltiple*. Lima - Perú : s.n.
8. HERRERA HERBERT, Juan y CASTILLA GÓMEZ, Jorge. *Bases tecnológicas de las actividades de sondeos*. Madrid - España : s.n., 2012.

9. MOJONERO AGUILAR , Gloria. Análisis técnico económico para la selección optima de la maquina perforadora diamantina por la empresa Remicsa Drilling s.a. unidad minera Yauliyacu - Lima. Tesis (Título de Ingeniero de Minas).Cuzco - Perú : Universidad Nacional de San Antonio Abada del Cusco, 2023.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable
General	¿De qué manera se pueden controlar las desviaciones de las trayectorias de sondajes diamantinos para optimizar costos, aplicando la tecnología de Champ Gyro Unidad Minera San Cristobal – Carahuacra 2024?	Establecer de qué manera se pueden controlar las desviaciones de las trayectorias de sondajes diamantinos para optimizar costos, Gyro Unidad Minera San Cristobal – Carahuacra 2024	El control de la desviación de trayectoria de sondajes diamantinos influye para optimizar costos, aplicando la tecnología de Champ Gyro Unidad Minera San Cristobal – Carahuacra 2024.	Independiente Desviaciones de los sondajes diamantinos
Específicos	a) ¿Cuál será el resultado del análisis de medición de la trayectoria de sondajes con el software Champ Gyro teniendo en cuenta los parámetros técnicos de perforación con sistema diamantina para optimizar costos?	a) Determinar el resultado del análisis de medición de la trayectoria de sondajes con el software Champ Gyro teniendo en cuenta los parámetros técnicos de perforación con sistema diamantina para optimizar costos.	a) El resultado del análisis de medición de la trayectoria de sondajes con el software Champ Gyro teniendo en cuenta los parámetros técnicos de perforación con sistema diamantina para optimizar costos.	Dependiente Optimización de costos
	b) ¿Cuáles son los elementos causales en la desviación de sondajes diamantinos para optimizar costos?	b) Identificar los elementos causales en la desviación de sondajes diamantinos para optimizar costos.	b) Los elementos causales en la desviación de sondajes diamantinos influyen significativamente para optimizar costos.	
	c) ¿Cuáles son los parámetros técnicos de perforación con sistema diamantina para optimizar costos?	c) Controlar los parámetros técnicos de perforación con sistema diamantina para optimizar costos.	c) El control de los parámetros técnicos de perforación con sistema diamantina influyen directamente para optimizar costos	

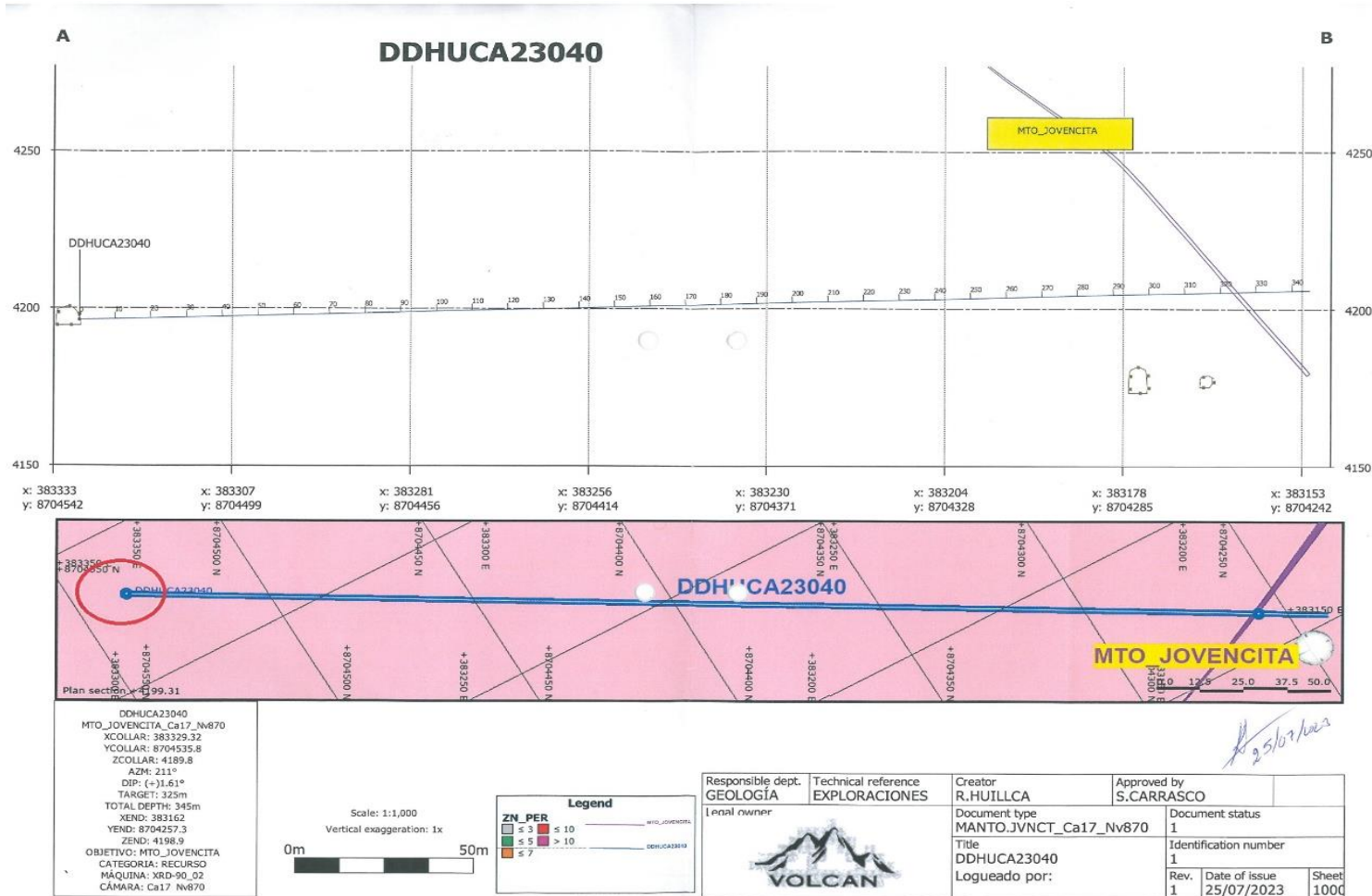
Anexo 2

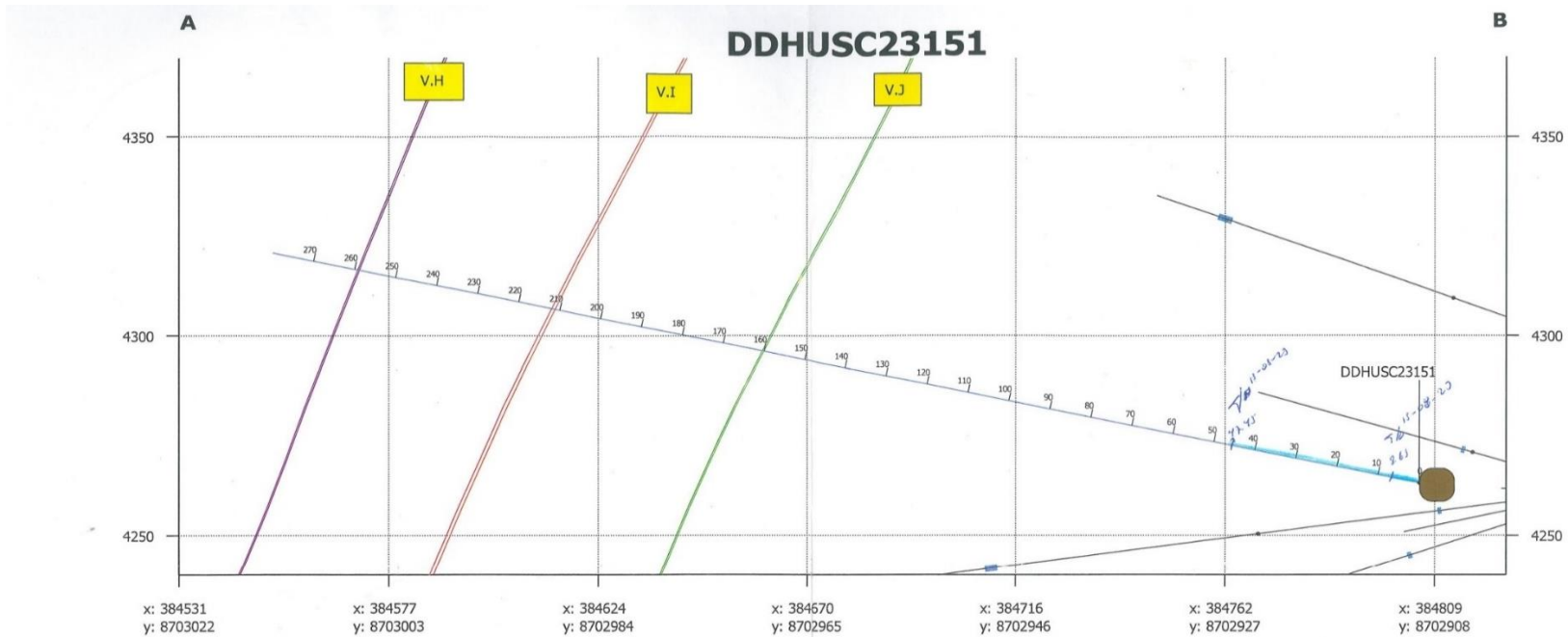
Operacionalización de variables

Variable (s)	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
V. Independiente Desviación de trayectoria de sondajes diamantinos	Parámetros de perforación es el factor de ayuda de rendimiento, considerando las posibilidades de fuerza y energía de perforación.	Evaluación de Control de parámetros, teniendo en cuenta las características del terreno y el poder eficiente que tenga la máquina se alivia los problemas como desviación, elevado torque y el atrapamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Broca • Terreno • RPM • Fuerza de empuje • Presión de máquina • Desviación en Dips y Azimut 	<ul style="list-style-type: none"> • Características geomecánicas del terreno • Serie de broca • Dureza de terreno • Champ Gyro
V. Dependiente Optimización de Costos	Proceso por el cual se incluye la estimación monetaria aproximada, necesarios para cubrir las actividades realizadas en el proyecto; las cuales deben ser mínimas para maximizar ganancias.	El estudio de optimización de costos de perforación, representan costos operativos en perforación diamantina y el fin que se tiene con este estudio es optimizar costos en perforación diamantina por desviación de trayectoria de sondajes.	<ul style="list-style-type: none"> • Costos de Aditivos • Avance lineal • Costo por equipo • Costo de perforación • Costo de brocas 	<ul style="list-style-type: none"> • US\$ • US\$ • US\$ • US\$/m • US\$/m

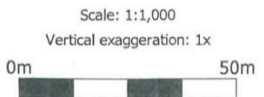
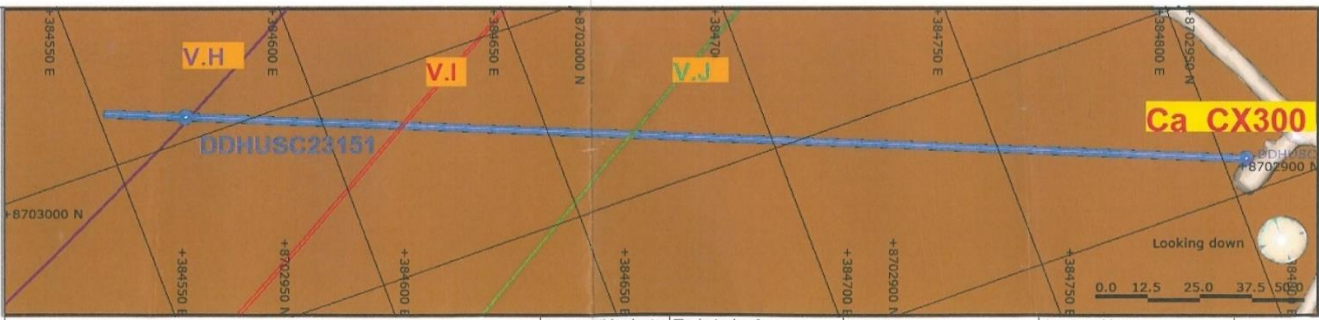
Anexo 3

Planos





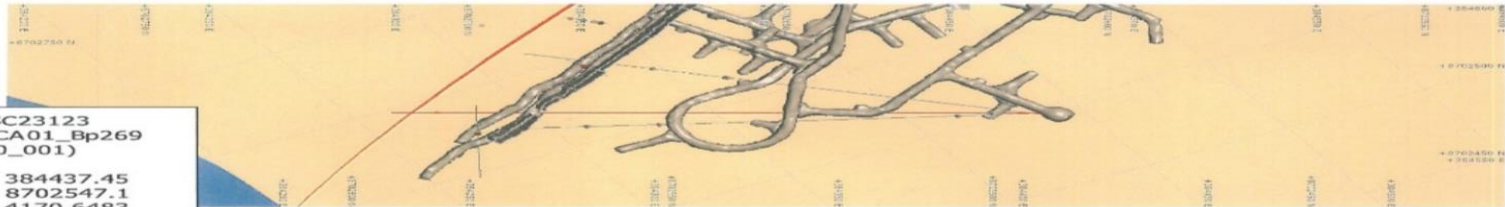
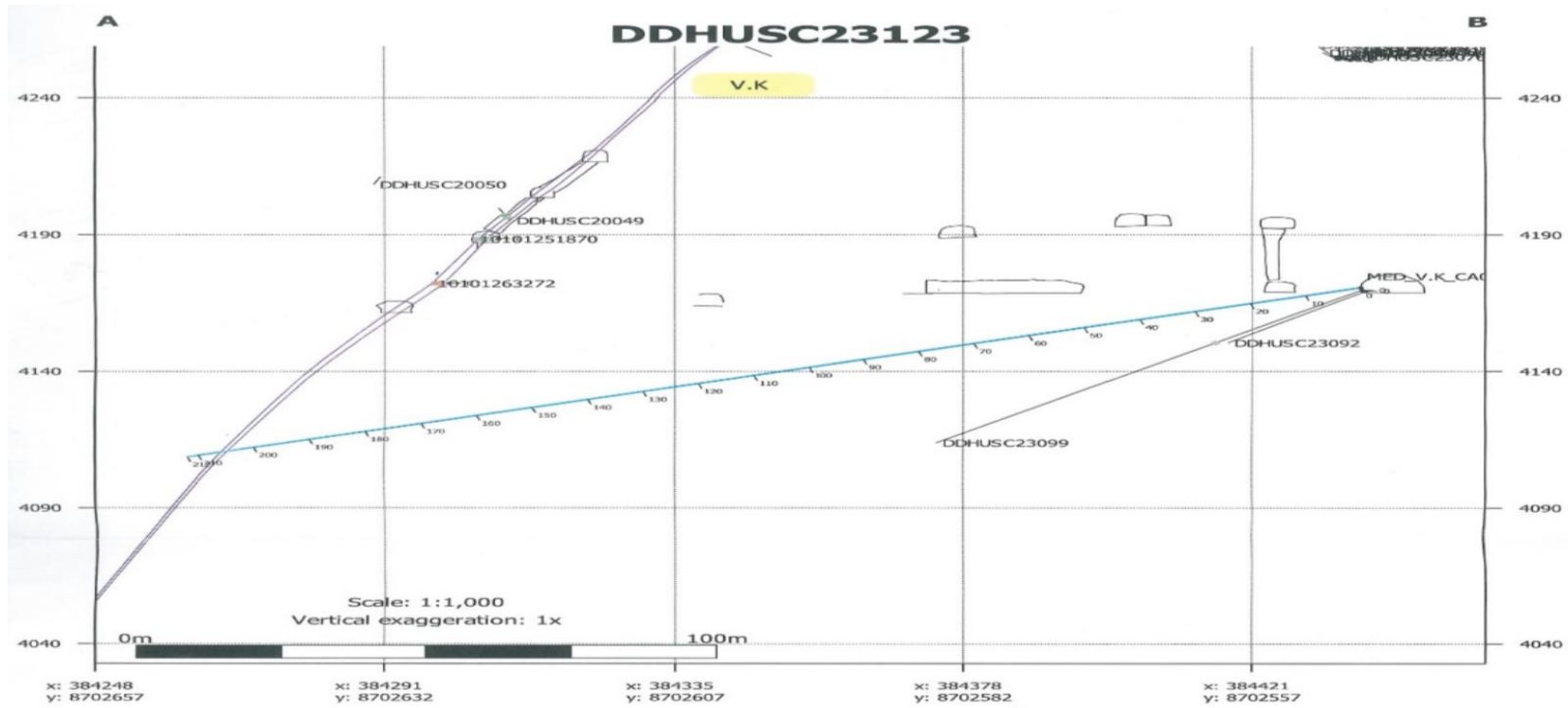
DDHUSC23151
 (IND_Ca01_CX_Nv820_002)
 XOLLAR: 384805.12
 YCOLLAR: 8702909
 ZCOLLAR: 4263.18
 AZM: 292.33
 DIP: (+)11.88
 TARGET: 260.00m
 TOTAL DEPH: 280.00m
 XEND: 384569.77
 YEND: 8703005.7
 ZEND: 4316.7043
 OBJETIVO: V.H
 CATEGORÍA: INDICADO
 MÁQUINA: XRD 82-12
 CÁMARA: Ca01 CX300 Nv820



Legend	
ZN_PER	
≤ 3	V.H
≤ 5	V.I
≤ 7	V.J
≤ 10	DDHUSC23151
> 10	


Responsible dept. GEOLOGÍA	Technical reference EXPLORACIONES	Creator R.HUILLCA	Approved by S.CARRASCO
		Document type IND_CA01_CX300_Nv820_002	Document status 1
		Title DDHUSC23151	Identification number 1
Logueado por:		Rev. 1	Date of issue 15/08/2023
			Sheet 1000

Handwritten signature and date: 15/08/2023



DDHUSC23123
(MED_V.K_CA01_Bp269
NV870_001)
 XCOLLAR: 384437.45
 YCOLLAR: 8702547.1
 ZCOLLAR: 4170.6483
 AZM: 300°
 DIP: (-) 17°
 Target: 197.00m
 Total Deph: 203.00m
 XEND: 384274.3
 YEND: 8702641.3
 ZEND: 4113.0511
 OBJETIVO: V.K
 CATEGORIA: Medido
 MAQUINA: XRD 90-09
 CAMARA: CA
 01_bp269_NV820

[Handwritten signature]
 25.06.23
 S. Carrasco

Responsible dept. GEOLOGIA	Technical reference EXPLORACIONES	Creator S.MAMANI	Approved by S.CARRASCO
Legal owner 	Document type MED_V.K_CA01_Bp269_001	Document status 1	
	Title DDHUSC23123	Identification number 1	
		Rev. 1	Date of issue 25/06/2023
			Sheet 1