



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

## **“IMPLEMENTACIÓN Y EJECUCIÓN DEL SERVICIO DE PERFORACIÓN DIRECCIONAL POR LA EMPRESA GEOTEC EN UN PROYECTO DEL SUR DEL PERÚ”**

**Trabajo de suficiencia profesional para optar al título  
profesional de:**

**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

Francisco Javier Escobar Atamari

**Asesor:**

**Mg. Jairo Pinedo Taquia**

<https://orcid.org/0000-0001-9684-0140>

**Cajamarca - Perú**

2025

## Informe de Similitud






Página 2 of 80 - Integrity Overview

Identificador de la entrega tm:old::1:3199124788

### 15% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

#### Top Sources

- 14%  Internet sources
- 0%  Publications
- 4%  Submitted works (Student Papers)

#### Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

## **Tabla de contenido**

Índice de tablas .....	6
Índice de Figuras.....	7
Índice de ecuaciones .....	10
Glosario.....	11
RESUMEN EJECUTIVO.....	15
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	22
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....	30
CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....	66
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS .....	74

## Índice de tablas

Tabla 1 Parámetros de Perforación Direccional	32
Tabla 2 Parámetros para Ensanchado de Curva	32

## Índice de Figuras

Figura 1 Valores Corporativos	18
Figura 2 Organigrama General	19
Figura 3 Organigrama de Proyecto	19
Figura 4 Flujograma de Perforación Diamantina	23
Figura 5 Plataforma de Perforación	23
Figura 6 Modelos de Máquina Perforadora	24
Figura 7 Broca Diamantina	24
Figura 8 Perforación Direccional	28
Figura 9 Perforación Direccional (sondaje madre e hijos)	28
Figura 10 Aplicaciones de la Perforación Direccional	29
Figura 11 Software Hawkeye PDT – Diseño	36
Figura 12 Software Hawkeye PDT – Trayectoria	36
Figura 13 Software Hawkeye PDT – Vistas	36
Figura 14 Partes de Motor de Fondo	37
Figura 15 Generación de la Curva con el Motor de Fondo	37
Figura 16 Aditivos de Perforación Direccional	40
Figura 17 Equipos y Accesorios para Perforación Direccional	42
Figura 18 Modelamiento de Sondaje	43
Figura 19 Datos de Modelamiento de Sondaje	43

Figura 20 Propuesta Inicial de Modelamiento de Sondaje	44
Figura 21 Propuesta de Modelamiento considerando Radio de Impacto	44
Figura 22 Propuesta de Modelamiento corregido por Desviación de Sondaje	45
Figura 23 Alojamiento de Motor de Fondo	46
Figura 24 Orientación de Motor de Fondo	48
Figura 25 Bean Housing Sentido de Destorqueo	48
Figura 26 Bean Housing Sentido de Destorqueo 2	48
Figura 27 Bean Housing Regulación de Motor de Fondo	49
Figura 28 Bean Housing Ajuste	49
Figura 29 Adaptador que conecta la Tubería	50
Figura 30 Broca o Corona Ciega para Perforación Direccional	50
Figura 31 Posición de Motor de Fondo	51
Figura 32 Mule Shoe	51
Figura 33 Mule Shoe con Adaptador de Orientación	52
Figura 34 Armado de Motor de Fondo	52
Figura 35 Display SPT 1	53
Figura 36 Display SPT 2	53
Figura 37 Display SPT 3	53
Figura 38 Display SPT 4	54
Figura 39 Display SPT 5	54

Figura 40 Separación de GAP	55
Figura 41 Configuración de Bomba y Estabilizadores	55
Figura 42 Configuración de Estación de Bombeo	56
Figura 43 Prueba Hyd de Motor de Fondo	57
Figura 44 Descarte de Motor de Fondo 1	57
Figura 45 Descarte de Motor de Fondo 2	58
Figura 46 Recalibración de Motor de Fondo	64
Figura 47 Propuesta de Modelamiento Inicial FEEX24-015-01	67
Figura 48 Replanteo Propuesta de Modelamiento FEEX24-015-01	67
Figura 49 Construcción de Curva FEEX24-015-01	67
Figura 50 Perforación Direccional FEEX24-015-01	68
Figura 51 Dogleg promedio FEEX24-015-01	69
Figura 52 Target de Ingreso 822m FEEX24-015-01	69
Figura 53 Target de Salida 822m FEEX24-015-01	70

## Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Revoluciones por cada pulgada de penetración	20
Ecuación 2 Revoluciones por cada centímetro de penetración	20

## **Glosario**

**Sondaje:** Perforación que se realiza con el objetivo de obtener una muestra geológica en profundidad.

**Sondaje Madre:** Es el sondaje principal o de inicio que se realiza en perforación direccional, a partir de este se perforan los sondajes hijos

**Sondaje Hijo:** Son los sondajes que se realizan o perforan a partir del sondaje madre.

**Trayectoria:** Es el recorrido que sigue la broca diamantina a medida que perfora el subsuelo.

**Core o Núcleo:** Muestra de forma cilíndrica, que se obtiene de las perforaciones con coronas diamantadas.

**Casing hammer:** Es un martillo que se utiliza para impulsar el casing de acero mientras se perfora el sondaje.

**Circulación reversa:** Método de perforación mediante el cual se crea pequeños fragmentos de roca (detritos), mediante la acción de un tricono o bit, los cuales son recolectados por inyección de flujo de aire.

**Tricono:** Es una broca de perforación rotativa consta de tres conos giratorios los cuales rotan y trituran la roca.

**SPT:** (Ensayo de Penetración Estándar), Mide la resistencia del suelo a la penetración de un muestreador estándar con golpes, proporcionando datos sobre la densidad y consistencia del suelo.

**LPT:** (Prueba de Penetración Ligera), Mide la resistencia del suelo a la penetración de una varilla con golpes ligeros, útil para obtener información rápida sobre suelos blandos.

**Lefranc:** Ensayo geotécnico de permeabilidad que mide la capacidad del suelo para transmitir agua en un sondaje.

**Leugeon:** Ensayo que mide la permeabilidad de rocas fracturadas mediante la inyección de agua a presión en un sondaje.

**Shelby:** Método de muestreo de suelos que utiliza un tubo delgado para obtener muestras inalteradas.

**Broca o Corona:** Bit o herramienta usada para perforar y mediante la cual se recuperan los testigos.

**Tajo:** Explotación minera a cielo abierto.

**HAWKEYE PDT:** Software para modelamiento y seguimiento de trayectoria de un sondaje.

**Motor de Fondo:** Proporciona rotación a la broca sin necesidad de rotar toda la sarta de perforación desde la superficie.

**DLS:** Es la severidad de la curvatura en zigzag de un pozo, calculada entre dos estaciones de estudio direccional.

**Desviación de Sondaje:** Es la diferencia que existe entre la trayectoria de perforación planificada y el pozo de perforación real.

**Bean Housing:** Permite encontrar la orientación direccional de los motores de fondo en perforación direccional.

**Destorquear:** Liberar de torsión aplicado a un perno o tuerca, para aflojar o desmontar una conexión.

**Torquear:** Aplicar torsión específica a un perno o tuerca para asegurar una conexión precisa.

**Broca o Corona Ciega:** Herramienta de perforación que corta un agujero sin generar muestra o core.

**Broca o Corona Escalonada:** Herramienta de perforación con múltiples diámetros de corte sucesivos, permitiendo perforar agujeros de diferentes

tamaños con una sola herramienta.

**Mule Shoe:** Accesorio de perforación que tiene una forma inclinada para ayudar a guiar la tubería hacia una dirección deseada

**Gap:** Espacio o intervalo entre dos puntos

**Dip:** Angulo de inclinación de un sondaje.

**Azimut:** Ángulo horizontal que mide la dirección de un punto con respecto al norte verdadero de un sondaje

**DogLed:** Es un cambio abrupto en la trayectoria de un pozo, medido en grados por cada 100 pies de perforación.

**Target:** Punto específico en el subsuelo al que se dirige la perforación

**Estator:** Componente estacionario del motor de fondo.

**Rotor:** Componente giratorio del motor de fondo que interactúa con el estator para producir movimiento, es el componente que transmite la rotación a la broca.

**Chuck Hidráulico:** Dispositivo que sujeta y asegura las varillas de perforación durante las operaciones de perforación, permitiendo la rotación y el control preciso de la sarta de perforación.

**Rod Holder:** Es un dispositivo diseñado para sujetar y asegurar las varillas de perforación durante las operaciones de perforación

**Block Elevador:** Es un accesorio que se utiliza para levantar y bajar la sarta de tubería de perforación dentro del pozo.

**Estabilizadores:** Dispositivos que se utilizan en la sarta de perforación para mantener la estabilidad y controlar la dirección del pozo.

**Tool Face:** Ángulo de orientación de la herramienta de perforación direccional, determine la dirección en la que se perfora el pozo.

**Cable Wireline:** Cable de acero de alta resistencia usada para bajar el equipamiento de recolección de la muestra en perforación diamantina.

**Pescador de Tubo Interior:** Herramienta que se usa para rescatar el tubo interior en donde viene almacenado el testigo

**Goniometro:** Instrumento que mide o construye ángulos.

**Bomba Conexión:** Elemento por donde se inyecta el fluido de perforación

**Medición o Survey:** Técnica que permite obtener información espacial de la ubicación de un sondaje.

**Reaming Shell:** Herramienta que va instalada después de la corona, sirve para mantener el diámetro del pozo, evitar el desgaste prematuro de la corona y estabilizar la columna de barras

**Barra de Peso:** Tubería pesada de la sarta de perforación que proporciona fuerza descendente a la broca, ayudando a mantener la estabilidad y la penetración.

**Full Hole:** Es un Barel octogonal pesado que ayuda a mantener la estabilidad y trayectoria de un sondaje.

**Sarta de Tubería:** Es una columna compuesta por la corona, el barril y las barras de perforación.

**Fluido de Perforación:** Mezcla de agua y aditivos que se usa como fluido de perforación; cuyo fin es remover y sacar el sedimento del pozo, enfriar y lubricar la corona diamantada y para proteger la pared del pozo, evitando que se derrumbe.

**Tubo Interior:** Es un tubo que extrae el testigo, sin levantar las barras.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Geotec es una de las empresas con mayor prestigio en el Perú brindando servicios de perforación diamantina en exploración minera, por ende, siempre está innovando en nuevas tecnologías y equipos, el presente trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo exponer la implementación y ejecución del nuevo servicio de perforación direccional que la empresa brindara a un cliente minero ubicado en el sur del Perú.

Como integrante del equipo de implementación, se detalla en este trabajo el proceso de capacitación con personal especializado, planificación, organización, modelamiento, selección de equipos de última generación y la ejecución del sondaje madre y sondajes hijos; asimismo se muestran los desafíos técnicos y soluciones que se implementaron durante la ejecución de las primeras perforaciones en una campaña de perforación direccional.

El trabajo presenta los resultados obtenidos en la perforación de los primeros sondajes direccionales, los cuales impactaron zonas mineralizadas, cumpliendo con los objetivos y/o targets planificados por el cliente.

Finalmente, se concluye que este nuevo servicio implementado por GEOTEC, representa un avance significativo en la perforación de sondajes exploratorios, lo que representa un avance para la industria minera en nuestro País.

## **NOTA**

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto** por determinación de los propios autores, en concordancia con en el Texto Integrado del Reglamento RENATI (artículo 12), la Directiva N°048-2020-CONCYTEC-P que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto (ALICIA) administrado por el pliego Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC y la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

## REFERENCIAS

- Kovacsik, Lajos (2023) Diamond Drilling, Unlocking the depths. Lajos Kovacsik.
- Boyles Bros Diamantina (2019) Manual Técnico del Perforista.
- Boart Longyear (2013) Manual de Campo de la Perforación Diamantina.
- Geotec Boyles Bros (2005), Conocer los Aspectos Relevantes del Sistema de Perforación Diamantina.
- Tolentino, V. (2017) “Manual de procedimientos de taladros orientados de testigos en sondajes geotécnicos con equipo ACT”.
- Timothy S. Paulsen (2002), Richard D. Jarrard, Terry J. Wilson Article in Journal of Structural Geology August -A simple method for orienting drill core by correlating features in whole-core scans and oriented borehole-wall imagery.
- PETROVEN (2020) Perforación Direccional.
- Angel Lambert B (2020) Manual de Sondeos sistema de Perforación de Pozos con Corona Diamante.
- Australian Drilling Industry Training Committee Limited (2015) “The drilling manual”. Fifth Edition.
- B. M. W. (Bruce M. W. Bohl) (1995). Directional Drilling and Borehole Surveying, Society of Petroleum Engineers.
- Azar, J.J. y Samuel, G. Robello (2007). Directional Drilling. Gulf Professional Publishing.
- Dusseault, D. F. (2000). Modern Drilling Technology. PennWell Books.
- Meyer, R. F. (2010). Drilling Engineering: A Complete Handbook. Gulf

Professional Publishing.

Koorosh Tookallo Javad Heidarian (2020). Fluido de perforación, EAE  
Publishing