

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



“RECUPERACIÓN DE TUBERÍAS ATASCADAS EN TALADROS DE
PERFORACIÓN DIAMANTINA (DDH) Y SU IMPLICANCIA ECONÓMICA PARA LA
EMPRESA REMICSA DRILLING, UNIDAD MINERA RAURA S.A 2018”

TESIS

PRESENTADO POR:

HENRY BRAVO ANCCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

ABANCAY - PERÚ

2020



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



Tesis

“RECUPERACIÓN DE TUBERÍAS ATASCADAS EN TALADROS DE
PERFORACIÓN DIAMANTINA (DDH) Y SU IMPLICANCIA ECONÓMICA PARA
LA EMPRESA REMICSA DRILLING, UNIDAD MINERA RAURA S.A 2018”

Presentado por: Henry Bravo Ancco.

Para optar el título de:

INGENIERO DE MINAS

Sustentado y aprobado el 25 de setiembre del 2020 ante el jurado evaluador:

Presidente:


Mstro. Ing. Feliciano Escobedo Silva

Primer miembro:


Ing. Darwin Duhamel Loayza Encalada

Segundo miembro:


Ing. Dario Dante Sánchez Castillo

Asesor (es):


Mag. Franklin Aguirre Huillcas


Ing. Oscar Eugenio Álvarez Gamarra

Agradecimiento

A Dios, por permitirme cumplir mis sueños, en guiarme por el camino que tanto me apasiona.

Al Ing. Johan Palacios Cárdenas, al asesor, co - asesor, por su apoyo en todo el proceso.

A la empresa Remicsa Drilling S.A. – Unidad Minera Raura, por darme la oportunidad de trabajar en su organización y por brindarme las facilidades para la realización de la presente investigación.

Dedicatoria

A mi padre Henry Bravo Monterrey (que en paz descansa), a mi madre Gregoria Ancco Quispitupa y a todas mis hermanas por todo su apoyo.

“RECUPERACIÓN DE TUBERÍAS ATASCADAS EN TALADROS DE PERFORACIÓN DIAMANTINA (DDH) Y SU IMPLICANCIA ECONÓMICA PARA LA EMPRESA REMICSA DRILLING, UNIDAD MINERA RAURA S.A 2018”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y MEDIO AMBIENTE

Esta publicación está bajo una licencia Creative Commons



ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
CAPÍTULO I.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.1. Descripción del problema.....	4
1.2. Enunciado.....	5
1.2.1. General.....	5
1.2.2. Específicos.....	6
1.3. Objetivos.....	6
1.3.1. General.....	6
1.3.2. Específicos.....	6
1.4. Justificación.....	6
1.5. Delimitación.....	7
1.5.1. Delimitación espacial.....	7
1.5.2. Delimitación social.....	7
1.5.3. Delimitación temporal.....	7
1.5.4. Delimitación conceptual.....	7
CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	8
2.2. Generalidades.....	10
2.2.1. Ubicación de la unidad Minera Raura.....	10
2.2.2. Accesibilidad.....	11
2.2.3. Geomorfología.....	11
2.2.4. Recursos.....	12

2.2.5.	Reseña histórica	15
2.2.6.	Aspectos geológicos	15
2.3.	Marco referencial	21
2.3.1.	Historia de la perforación diamantina.....	21
2.3.2.	Perforación diamantina	22
2.3.3.	Perforación diamantina en subterránea.....	22
2.3.4.	Concepto de mantenimiento	32
2.3.5.	Tipos de tuberías	40
2.3.6.	Brocas	40
2.3.7.	Tipos de brocas	41
2.3.8.	Fluidos de perforación	42
2.3.9.	Propiedades de los fluidos de perforación	42
2.3.10.	Funciones del fluido de perforación	43
2.3.11.	Parámetros de operación o variables de perforación	44
2.4.	Recuperación de tuberías atascadas	47
2.4.1.	Causas del atascamiento de tubería	48
2.4.2.	Mecanismos de pega de tubería y sus causas	49
2.5.	Implicancias económicas.....	50
2.6.	Definición de términos	50
CAPÍTULO III		52
DISEÑO METODOLÓGICO		52
3.1.	Definición de variable	52
3.2.	Operacionalización de variables.....	52
3.3.	Hipótesis de la investigación.....	54
3.3.1.	Hipótesis general.....	54
3.3.2.	Hipótesis específicas.....	54
3.4.	Tipo y diseño de investigación.....	54
3.4.1.	Tipo.....	54
3.4.2.	Diseño	54
3.5.	Población y muestra	54

3.5.1. Población	54
3.5.2. Muestra	54
3.6. Procedimiento de la investigación.....	55
3.6.1. Procesamiento y análisis de datos.....	55
3.7. Materiales de investigación.....	55
3.7.1. Técnicas de la investigación	55
3.7.2. Instrumento de investigación	55
CAPÍTULO IV	57
RESULTADOS	57
4.1. Descripción de los resultados	57
4.1.1. Secuencia del proceso de perforación diamantina	59
4.1.2. Proceso de recuperación de tuberías.	68
4.1.3. Costos de recuperación	70
4.1.4. Beneficios económicos de la recuperación.....	78
4.1.5. Implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas	79
4.2. Discusión de resultados	85
CAPÍTULO IV	87
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
CONCLUSIONES.....	87
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ubicación y acceso a Mina Raura	11
<i>Figura 2.</i> Vista satelital de la Unidad Minera Raura'	12
<i>Figura 3.</i> Vegetación tipo pajonal bajo	13
<i>Figura 4.</i> Llamas y aves terrestres animales propios de la zona.	13
<i>Figura 5.</i> Columna estratigráfica regional de Raura.	17
<i>Figura 6.</i> Sistema de fallas de Chonta.....	19
<i>Figura 7.</i> Falla Condorsencca, hace cabalgar al Jumasha III sobre el Jumasha IV. Vista tomada ala sur desde la laguna Putusay bajo.	20
<i>Figura 8.</i> Falla Condorsencca, hace cabalgar al Jumasha III.....	21
<i>Figura 9.</i> Componentes de la perforadora – unidad de poder.....	24
<i>Figura 10.</i> Componentes de la perforadora tambor con su guinche.	25
<i>Figura 11.</i> Componentes de la perforadora – panel de mando.	26
<i>Figura 12.</i> Componentes de la perforadora bomba de trido.....	26
<i>Figura 13.</i> Dimensiones y pesos de la perforadora LM 75.	29
<i>Figura 14.</i> Mantenimiento correctivo	32
<i>Figura 15.</i> Mantenimiento preventivo	33
<i>Figura 16.</i> Tipos de mantenimiento preventivo	34
<i>Figura 17.</i> Partes de pescador overshot.....	37
<i>Figura 18.</i> Head assembly (Cabezal)	39
<i>Figura 19.</i> Efecto de la velocidad de rotación sobre la velocidad de penetración	44
<i>Figura 20.</i> Efectos del empuje sobre la velocidad de penetración.	45
<i>Figura 21.</i> Variación de la velocidad de penetración con el diámetro.....	45
<i>Figura 22.</i> Operadores y ayudantes en la perforación.....	47
<i>Figura 23.</i> Colapso parcial de la sarta por desprendimiento de material rocoso de las paredes del sondeo	49
<i>Figura 24.</i> Dimensiones estándar de la cámara LM 75.....	60

<i>Figura 26.</i> Comparación de la situación con y sin atascamiento	83
<i>Figura 27.</i> Modelo de Recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) y su implicancia económica para la empresa Remicsa Drilling S.A., Unidad Minera Raura S.A. – 2018.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Informe técnico de la perforadora LM 75</i>	27
Tabla 2 <i>Especificaciones del Equipo de perforación LM 75</i>	27
Tabla 3 <i>Especificaciones Porta broca y soporte de varilla</i>	27
Tabla 4 <i>Especificaciones Guinche del cable de perforación</i>	28
Tabla 5 <i>Partes de la perforadora RD 800 montado en minicargador.</i>	31
Tabla 6 <i>Clasificación de matrices y tamaño de brocas</i>	41
Tabla 7 <i>Operacionalización de la variable Recuperación de tuberías atascadas</i>	52
Tabla 8 <i>Operacionalización de la variable Implicancias económicas.</i>	53
Tabla 9 <i>Dimensiones estándar de la cámara LM 75</i>	60
Tabla 10 <i>Dimensiones de la cámara LM 75</i>	61
Tabla 11 <i>Costo de recursos materiales usados en el proceso de recuperación.</i>	71
Tabla 12 <i>Costo de insumos usados en el proceso de recuperación</i>	72
Tabla 13 <i>Costo de recursos humanos empleados en el proceso de recuperación</i>	73
Tabla 14 <i>Otros costos en el proceso de recuperación</i>	73
Tabla 15 <i>Costo de recuperación totales.</i>	73
Tabla 16 <i>Costos de recursos materiales de recuperación cubiertos con los costos de perforación</i>	74
Tabla 17 <i>Costos de insumos (Aditivos), recursos humanos, gastos administrativos y de servicios de recuperación cubiertos con los costos de perforación</i>	75
Tabla 18 <i>Costos de recuperación totales cubiertos con los costos de perforación.</i>	75
Tabla 19 <i>Costos de recuperación en nuevos equipos no previstos en la perforación.</i>	76
Tabla 20 <i>Ingresos por el servicio de perforación.</i>	76
Tabla 21 <i>Pérdidas ocasionadas por el atascamiento</i>	77
Tabla 22 <i>Beneficios económicos de la recuperación</i>	78
Tabla 23 <i>Costos de perforación</i>	79
Tabla 24 <i>Balance General con atascamiento</i>	81

Tabla 25 <i>Balance General sin atascamiento</i>	82
Tabla 26 <i>Comparación de la situación con y sin atascamiento</i>	82



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar las implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2019.

El trabajo es de tipo descriptivo, ya que se describen los parámetros del proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A., además de eso se explican las implicancias económicas de este proceso, en cuanto al diseño es de carácter no experimental longitudinal, ya que abarca toda la información recolectada antes durante y después del proceso de perforación y recuperación de tuberías. Para el desarrollo de la investigación y de acuerdo a la normativa de la Universidad, se tiene el siguiente esquema.

Capítulo I: Problema de investigación, presenta el planteamiento del problema, objetivo general y específicos, hipótesis, variables, justificación y delimitación.

Capítulo II: Marco teórico, considera el ámbito de estudio y el desarrollo de teorías, para la elaboración del marco teórico se consideró información teórica sobre el proceso de perforación minera y el atrapamiento de tuberías.

Capítulo III: Diseño metodológico en cual considera el tipo de estudio, población, muestra, criterios de selección, operacionalización de variables, técnicas e instrumentos.

Capítulo IV: Se muestra los resultados de la investigación mediante tablas, figuras, y el análisis.

Discusión

Conclusiones

Recomendaciones

Referencias bibliográficas

Anexos

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar las implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018, para lo cual se recurrió al análisis documental de la empresa Remicsa Drilling S.A., asimismo fue de gran aporte la experiencia laboral personal para la descripción del proceso de recuperación; se estudió la recuperación de tuberías bloqueadas en taladros de perforación diamantina, en la bocamina de Catuva, en la cámara del nivel 200 de la maquina LM 75 – 23. El trabajo fue de tipo descriptivo, en cuanto al diseño fue de carácter no experimental longitudinal, ya que abarca toda la información recolectada antes durante y después del proceso de perforación y recuperación de tuberías.

Los resultados fueron: La descripción del proceso de recuperación, el cual fue detallado, resaltando que se realizó con la cortadora ademes, que requirió la participación de 8 trabajadores, considerando turno mañana y noche y que tuvo una duración de tres días. Asimismo, un hallazgo es la valorización de los costos de recuperación de tuberías, siendo un monto de S/.13880.9, los cuales podrían ser tomados en cuenta si una empresa desearía tercerizar este proceso, también se tiene la valorización del material perdido, que alcanza un monto de S/.8'697.1 y el descuento del pago de servicio (30%) equivalente a S/.32'016.3. En cuanto a los beneficios económicos, se recuperaron 110 tuberías exteriores NQ, valorizando estos, alcanzaron un total de S/.11000.

Respecto a las implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas se tiene en el sentido positivo, que se logró recuperar un valor de S/.11000, en tuberías, también se considera la minimización del impacto ambiental, en cuanto a las implicancias negativas se tiene que la empresa tuvo una pérdida de S/.30'226.5, además se debe considerar que el costo del material no recuperado (S/.8'697.1), en caso de no ocurrir un atrapamiento estos hubiese quedado para la empresa Remicsa Drilling S.A., asimismo se debe considerar la afectación a la imagen de la empresa.

Palabras Clave: Perforación diamantina, tuberías atascadas, Implicancias económicas.

ABSTRACT

The general objective of this investigation was to determine the economic implications of recovering pipes stuck in diamond drilling (DDH) drills at the Remicsa Drilling company in Unidad Minera Raura S.A. 2018, for which the documentary analysis of the company Remicsa Drilling S.A. was used, personal work experience was also a great contribution to describe the recovery process; The recovery of blocked pipes in diamond drilling holes was studied in the Catuva pit, in chamber 200 of the LM 75 - 23 machine. The work was descriptive, in terms of design, it was of a non-experimental longitudinal nature. since it encompasses all the information collected before during and after the pipeline drilling and recovery process.

The results were: The description of the recovery process, which was detailed, highlighting that it was carried out with the cutter also, which required the participation of 8 workers, considering morning and night shifts and that lasted three days. Likewise, a finding is the valuation of the costs of pipeline recovery, being an amount of S/.13880.9, which could be taken into account if a company would like to outsource this process, there is also the valuation of lost material, which reaches a amount of S/.8'697.1 and the service payment discount (30%) equivalent to S/.32'016.3. As for the economic benefits, 110 NQ exterior pipes were recovered, valuing these, reaching a total of S/.11000. Regarding the economic implications of the recovery of clogged pipes, in the positive sense, it was possible to recover a value of S/.11000, in pipes, the minimization of the environmental impact is also considered, in terms of the negative implications the company had a loss of S/.30'226.5, in addition, it should be considered that the cost of the material not recovered (S/.8'697.1), in the event that an entrapment had not occurred, would have remained for company Remicsa Drilling S.A., also the affectation to the image of the company must be considered.

Keywords: Diamond drilling, clogged pipes, Economic implications.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Una de las etapas iniciales dentro de la actividad minera, es la exploración minera, el cual conlleva una serie de procesos y tiene por finalidad conocer las zonas por donde se ubican los yacimientos mineros que posteriormente dependiendo de su dimensión y composición pueden ser explotados. Uno de los procesos principales y de culminación de la exploración es la perforación o sondaje el cual facilita información para la evaluación final de un prospecto ayudando en la determinación de si el prospecto es o no explotable económicamente. Los tipos más comunes de perforación son diamantina (DDH) y los de aire reverso o circulación inversa (RC).

El sistema de perforación diamantina (DDH) permite lograr una muestra geológica precisa y representativa del medio geológico, por medio de la extracción de un testigo continuo de roca cilíndrico para su posterior caracterización, análisis químico y pruebas metalúrgicas. (Lambert, 2009) en el libro “Pega y Pesca de Tubería de Pozos”.

Este proceso de perforación, demanda una sarta de perforación, que transfiere el torque suministrado en la superficie para rotar la mecha, y suministra el peso necesario para perforar la formación. El perforador rige el pozo mediante el ajuste del esfuerzo de torsión, tracción y rotación de la sarta de perforación. Dicho proceso puede presentar inconvenientes, como cuando la columna de perforación ya no es libre para moverse hacia arriba, abajo, o girar como el perforador quiere, y la tubería queda atascada. La pega de la tubería en las paredes de la formación puede ocurrir durante la perforación, cuando se realiza una conexión, cuando se corren registros, o durante cualquier operación que involucre dejar la tubería en el pozo.

El problema de la tubería atascada, suele ser un problema que afecta en sobremanera las actividades de perforación, generando inconvenientes y poniendo en riesgo toda la actividad de perforación.

Es así que, a nivel internacional, Fontenot, y otros (2005) en su estudio titulado “Perforación de pozos direccionales con tubería de revestimiento”, indicaron que en Estados Unidos, en el Estado de Texas, área Lobo en el 2005, los principales problemas en la perforación eran la pérdida de circulación, con un 39 % y el atascamiento de la tubería con un 37%, estos problemas traen consigo la pérdida de tiempo o generación de tiempo improductivo.

A nivel nacional y local se encuentra el caso de la empresa Remicsa Drilling S.A., la cual presta servicios de perforación diamantina en interior mina y en superficie.

Actualmente la empresa presta servicios en el área de geología en exploraciones en la Compañía Minera Raura S.A. (CMR), una empresa de mediana minería dedicada a la extracción de minerales como Zinc, Plomo, Cobre y Plata. Sin embargo, durante la prestación del servicio de perforación con Diamantina en la cámara de Catuva en el nivel 200 de la maquina LM 75 – 23, se presentó el problema de atascamiento de tuberías en taladros de perforación diamantina, frente a esta situación, la empresa decidió realizar el proceso de recuperación de tuberías, aplicando métodos de recuperación, haciendo uso de herramientas y aditivos y recursos humanos, sin embargo, posteriormente no se realizó un análisis de las implicancias o consecuencias económicas que trajo consigo el proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina, el cual es muy importante, ya que este tipo de problemas además de generar grandes costos, demoraron el trabajo de perforación y causaron disconformidad por parte del cliente, afectando la imagen de la empresa y comprometiendo el trabajo de la empresa Remicsa Drilling S.A., la cual debía de asegurar que todo el trabajo de perforación se haga en los parámetros correctos. Frente a esa situación, la presente investigación, plantea como problema principal el desconocimiento de las implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A 2018.

1.2. Enunciado

En base a la situación problemática descrita, se tienen los siguientes problemas:

1.2.1. General

¿Cuáles son las implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018?

1.2.2. Específicos

- ¿Cómo fue el proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018?
- ¿Cuáles fueron los costos del proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018?
- ¿Cuáles fueron los beneficios económicos del proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018?

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Determinar las implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018.

1.3.2. Específicos

- Determinar el proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018.
- Determinar los costos del proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018.
- Determinar los beneficios económicos del proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018.

1.4. Justificación

El problema del atascamiento de tuberías, es un problema que afecta el proceso de exploración minera, el cual es de suma importancia en la decisión de explotar o no el yacimiento minero, este problema viene generando además de atrasos en la perforación, altos costos, poniendo incluso en riesgo el proceso de perforación de diamantina, ya que, si el atascamiento no se soluciona, se abandona el pozo y se deben realizar nuevos estudios e iniciar una nueva perforación, afectando de manera negativa a la empresa encargada de este proceso.

La presente investigación aportará conocimientos sobre el proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH), ya que describirá la secuencia del proceso de recuperación y además determinará las implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH), por lo que aportará información útil en la toma de decisiones de la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018.

La investigación también desarrollara el marco teórico y la metodología correspondiente, pudiendo servir como fuente de información o antecedente para estudios relacionados al tema.

1.5. Delimitación

1.5.1. Delimitación espacial

La presente investigación se llevó a cabo en la Unidad Minera Raura S.A. perteneciente al Grupo Breca, situado en el distrito de San Miguel de Cauri, en la provincia de Lauricocha, departamento de Huánuco

1.5.2. Delimitación social

El proyecto de investigación involucra a los colaboradores del área de geología, seguridad, medio ambiente, áreas auxiliares, operaciones y topografía de la Empresa Raura S.A. involucrados indirectamente con el proceso de perforación diamantina (DDH) y recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina.

1.5.3. Delimitación temporal

La recolección y/o investigación de datos empieza en el mes de junio del 2018 hasta el mes de diciembre del 2019.

1.5.4. Delimitación conceptual

La investigación está dentro de la Ingeniería de Minas abarcando las siguientes materias.

- Perforación diamantina (DDH)
- Seguridad
- Proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina.
- Implicancias económicas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Carvajal, y otros (2015) en su artículo científico titulado “Desarrollo e implementación de un nuevo plan de mantenimiento para equipos de perforación diamantina”, muestra el desarrollo e implementación de planes de mantenimiento basado en un método analítico, que inicia con un análisis funcional del sistema, pasa por la revisión e identificación del plan del fabricante e incluye el análisis de los históricos de fallas. Finalmente, con la sistematización de esta información se realiza una propuesta e implementación de un nuevo plan de mantenimiento adecuado para las condiciones de uso del sistema. Teniendo como resultado que:

La aplicación de este método estableció beneficios significativos. Además, la decisión de generalizar los planes de mantenimiento para los equipos hidráulicos se mostró adecuada, por utilizar históricos de fallas, trayendo utilidades económicas y aumento de disponibilidad.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Riquelme (2017) en su investigación titulada “Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles, en las Actividades de Perforación Diamantina, basado en la Norma OHSAS 18001:2007 en la Unidad Minera Cerro Lindo”, tuvo como objetivo describir la geología del yacimiento minero, la secuencia de las actividades de perforación diamantina, para identificar peligros existentes, evaluar riesgos y aplicar las medidas de control adecuadas para su eliminación y/o minimización. En la metodología, empleo el Método Empírico-inductivo, llegando a la siguiente conclusión:

Se identificaron los peligros y se evaluaron los riesgos en las labores, influyendo positivamente en el sistema de gestión de seguridad y salud de la organización, con un nivel muy bueno. La evaluación de riesgos obtuvo un nivel regular a bueno de aceptación.

El control de riesgos obtuvo un nivel bueno. La Gestión de Riesgos obtuvo un nivel regular a bueno.

Urteaga y otros (2016), en su tesis titulada “Optimización del porcentaje de recuperación de testigos de sondajes diamantinos en rocas fracturadas, aumentando la viscosidad de los fluidos de perforación y variando parámetros operacionales en minera condestable, 2016”, tuvo como objetivo optimizar el porcentaje de recuperación de muestras de perforación en los taladros realizados por la Empresa Boart Longyear S.A.C., en Minera Condestable aplicando medidas que se adecuen a las características de terreno que permitan incrementar la cantidad obtenida de las muestras en los taladros diamantinos, es así, que se considera: los RPM, presión sobre la corona, el tipo de broca de descarga frontal y el aumento de la viscosidad de los fluidos de perforación para soslayar el perjuicio a las paredes del taladro durante su operación, optimar la circulación de barrido y limpieza de los detritos. La investigación arribó a la siguiente conclusión:

Los parámetros operacionales establecen la velocidad de rotación en 1000 RPM, presión sobre la corona al inicio de la perforación 1000 lb, considerando la profundidad y peso de la sarta de perforación se reduce gradualmente hasta lograr el avance fino (RPI). La viscosidad de los fluidos de perforación de 35 a 49 segundos, se implementó el uso de corona de descarga frontal, incrementando el porcentaje de recuperación de testigos en más del 15% después de haber realizado los cambios sugeridos en el proyecto de estudio.

Rosales (2002), con su investigación titulada “Innovación tecnológica en perforación diamantina”, la cual fue de tipo descriptiva, donde analizó la perforación diamantina y su problemática, en esa situación, observó innumerables casos de problemas operativos, como los denominados: broca pulida o quemada, tubería atrapada o amarrada, tubo interior bloqueado. pobre recuperación de muestras, etc. Analizó las causas de esta situación y las conclusiones fueron:

La mayoría de estos casos ocurrían en formaciones geológicas muy fracturadas y con grandes cambios de dureza. Por consiguiente, tanto las empresas fabricantes de equipos y accesorios de perforación diamantina, así como los fabricantes de aditivos, tenían la responsabilidad de realizar ciertas innovaciones tecnológicas a sus productos, a fin de que las personas involucradas en el trabajo de exploración encuentren elementos de ayuda y así poder enfrentar con éxito el proceso de perforación.

Barreto (2018), con su investigación titulada “Supervisión, identificación de peligros y evaluación de riesgos operacionales en el control de los procesos de sondaje diamantino E. E. Redrilsa S.A.C. Mina Constancia.”, tuvo como objetivo aplicar la metodología básica para identificar peligros y evaluar el riesgo en los procesos de sondaje diamantino en la empresa REDRILSA S.A.C. para el control de riesgos, teniendo como soporte un instrumento preventivo de seguridad, arribando a las siguientes conclusiones:

- Se logró encaminar de manera favorable el comportamiento y conocimientos de los supervisores y obreros con el fin de informar los incidentes y accidentes en las actividades de mina.
- Se logró conseguir un sistema de seguridad que permita su adaptabilidad y flexibilidad en las operaciones de sondaje.

2.2. Generalidades

2.2.1. Ubicación de la unidad Minera Raura

El Yacimiento Minero Raura se sitúa entre los departamentos de Huánuco (Provincia de Lauricocha, Distrito de San Miguel de Cauri), Lima (Provincia y Distrito de Oyón) y Pasco (Provincia Daniel Acides Carrión, Distrito de Yauricocha), a una altitud promedio de 4700 m.s.n.m., forma parte de la Cordillera Occidental de los Andes Peruanos y está en la divisoria continental de las cuencas del Pacífico y del Atlántico, formando una cabecera de cuencas de los ríos de Huaura y Marañón.

La Unidad Minera abarca una extensión delimitada por las siguientes coordenadas UTM, zona 18, banda L, Datum PSD56:

- Norte: (8840- 8848) N
- Este: (304 - 313) E

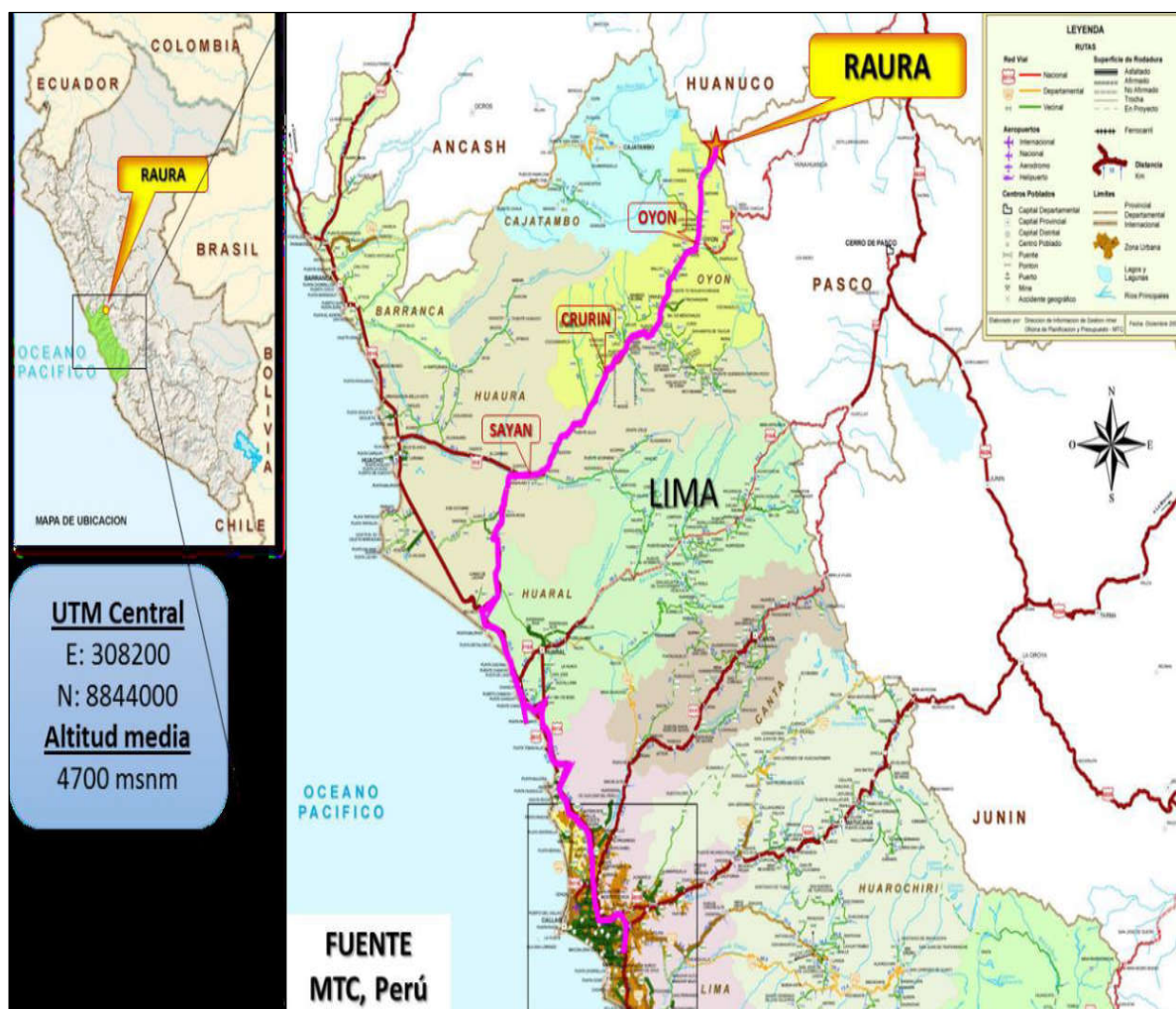


Figura 1. Ubicación y acceso a Mina Raura

Fuente: Unidad Minera Raura

2.2.2. Accesibilidad

Accesible por una ruta de 415 km de Lima hacia la unidad minera Raura.

2.2.3. Geomorfología

La Unidad Minera Raura se caracteriza por presentar una geomorfología sumamente accidentada, con una topografía condicionada al control estructural, litológico y a los procesos erosivos a los cuales están sometidas de manera permanente y como consecuencia se tiene una topografía escabrosa con valles en forma de U y circos glaciares, la altura diversa de 4300 m.s.n.m hasta los 7500 m.s.n.m debido al proceso de desglaciación y lluvias sean han desarrollado lagunas escalonadas, igualmente por el proceso de denudación y erosión se observan amplias zonas cubiertas con material detrítico de origen sedimentario, formando morrenas basales y laterales como se muestra en la siguiente figura:

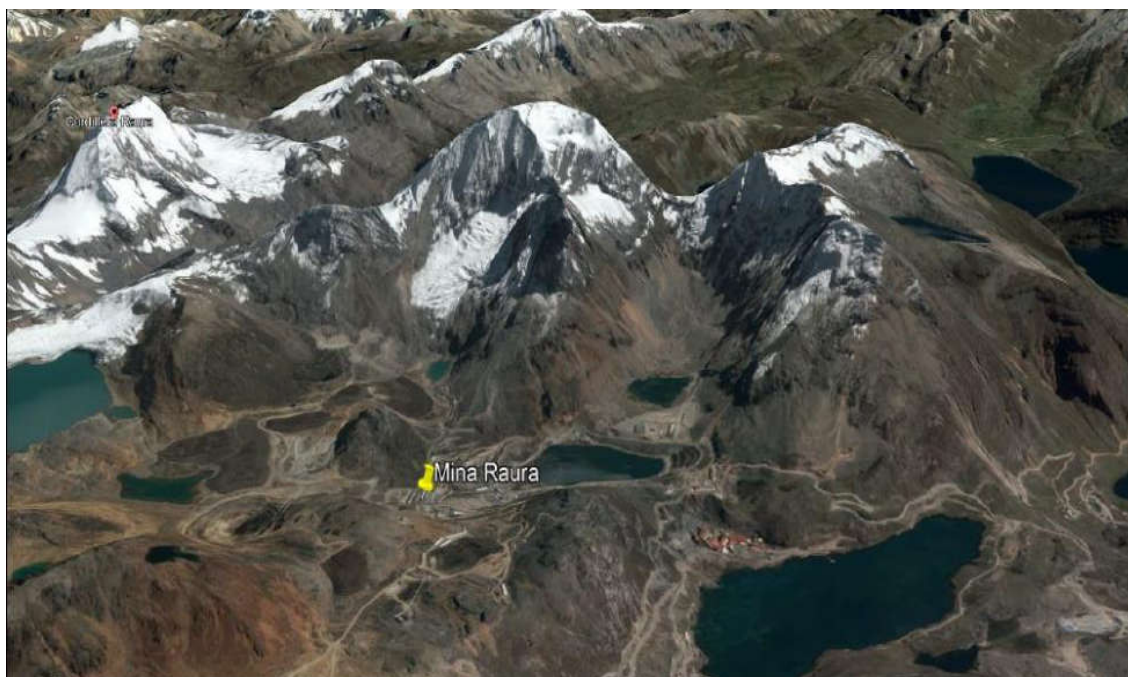


Figura 2. Vista satelital de la Unidad Minera Raura´

Fuente: Google maps – agosto del 2018

2.2.4. Recursos

2.2.4.1. Clima

Se tienen dos periodos climáticos visiblemente caracterizados, los cuales suceden a lo largo del año y constan de:

- Seis meses de intensas lluvias o lloviznas correspondientes al verano austral, comprendido entre los meses de noviembre a abril.
- Seis meses de verano, comprendido entre los meses de mayo a octubre.
- La temperatura en verano varía de 3° C a 20° C y en invierno de -4° C a 14°C, la velocidad de los vientos alcanza los 45 km/h en el mes de agosto, la temperatura suele variar de acuerdo con la estación.

2.2.4.2. Flora

Se tiene un total de cinco tipos de vegetación: pajonal (alto y bajo), bofedales, vegetación de roquedal, matorral y vegetación ribereña, siendo el pajonal la forma de vegetación que hospeda un mayor número de especies. La composición de especies y familias vegetales que se registran en el área es típica de la zona alto andina del Perú, sin reconocer diversificaciones evidentes a lo largo del tiempo. Empero, se registra una mengua de la cobertura vegetal de algunas especies, relacionada con la quema realizada por los pobladores locales.



Figura 3. Vegetación tipo pajonal bajo

Fuente: (Rosas, 2018) “Proceso de mejora del programa de observadores para optimizar la gestión de seguridad y reducir la accidentabilidad en Compañía Minera Raura”

2.2.4.3. Fauna

Se observa una variedad de mamíferos (Siete especies), predominando la presencia de roedores, esto por el tipo de vegetación de la zona, asimismo se observan camélidos y algunas aves.

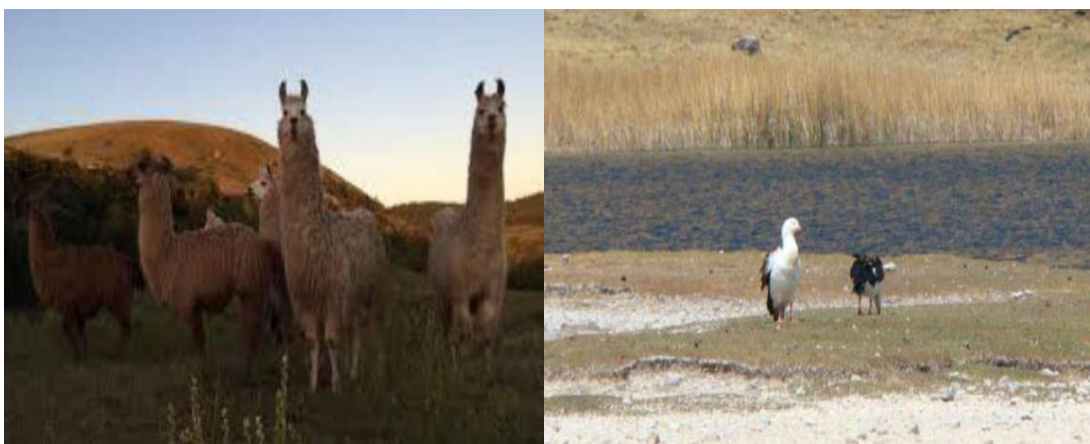


Figura 4. Llamas y aves terrestres animales propios de la zona.

Fuente: (Rosas, 2018) “Proceso de mejora del programa de observadores para optimizar la gestión de seguridad y reducir la accidentabilidad en Compañía Minera Raura”

Existen un total de 71 especies de aves, con una mayor proporción de aves de ambiente terrestres respecto a las aves acuáticas. Las localidades ubicadas dentro y como influencia directa del yacimiento están caracterizadas por presentar áreas más extensas del pajonal, lo que favorece el establecimiento de las aves.

2.2.4.4. Recursos humanos

Según el Informe de RR. HH. de Operación Minera Raura (Compañía Minera Raura S.A., 2018), para ese año, se contaba con una población de 2000 trabajadores (85% terceros). Con un sistema de trabajo atípico muy favorable para los trabajadores, el cual conlleva beneficios adicionales.

Los pueblos y comunidades circundantes al asiento Minero de Raura son:

- Departamento de Lima: Quicha, Ucruschaca, Pomamayo, Cashaucro, y Oyon.
- Departamento de Pasco: Independencia y Ocho de Diciembre, en la Provincia Daniel A. Carrión.
- Departamento de Huánuco: Nueva Raura, Antacallanca, Antacolpa, Lauricocha, Gashanpampa, Yachasmarca, San Miguel de Cauri y Jesús en la Provincia de Lauricocha.

2.2.4.5. Topografía

Es accidentada y abrupta de fuertes pendientes, quebradas profundas. Por su altitud la zona se ubica en la región Puna o Jalca (4500 – 4800 m.s.n.m.) encontrándose sus elevaciones más prominentes en la región Jalca o cordillera (4800).

2.2.4.6. Hidrología y drenaje

Por las lluvias y deshielos producidos en los nevados, las lagunas son nutridas por quebradas pequeñas y medianas, las que tienen caudales de regular caudal de $3.40 \text{ m}^3/\text{min}$.

El drenaje que presenta el distrito minero de Raura de tipo detrítico, aparece de forma ramificada con ángulos agudos con respecto a los colectores primordiales, este drenaje es propio en rocas sedimentarias el que converge en quebradas y depresiones de amplia longitud, representando una trayectoria bien definida con una orientación de sur a norte. El yacimiento minero Raura afecta principalmente a la Cuenca del río Huaura, en el departamento de Lima, provincia de Huaura. Limita por el norte con la cuenca del río Supe; por el sur, con la del río Chancay/Huaral, por el este, con la del río Mantaro y por el oeste, con el océano Pacífico. La cuenca tiene un área aproximada de 4392 km^2 .

El agua de la zona está destinada principalmente al riego de los cultivos de maíz y caña de azúcar.

2.2.5. Reseña histórica

La Unidad Minera Raura empezó a operar en el año 1960 con labores subterráneas para la extracción de minerales (Zn, Cu, Pb y Ag) a contrato de Cerro de Pasco Copper Corporation. Desde fines de los años 80 el 95% de acciones de propiedad del Grupo Brecas (Corporación BRECA, división minería) la Unidad Minera Raura entre los años 1990 operó dos tajos a cielo abierto Niño Perdido y Primavera.

2.2.6. Aspectos geológicos

2.2.6.1. Geología regional

Suaña (2017) en su investigación “Formulación de un modelo geológico – estructural, en el Sistema Skarn Santa Rosa Compañía Minera Raura” menciona que el entorno geológico regional del yacimiento Minero Raura envuelve varios ambientes de deposición y posterior formación de rocas sedimentarias en las cuencas de tras arco de cretáceo superior al paleógeno inferior. En varias secciones la cubierta volcánica forma parte de la paleo-superficie formada en el paleógeno superior.

La serie sedimentaria de edad cretácea superior está formada en la parte baja por rocas clásticas tales como areniscas, areniscas silicias, lutitas, etc. A diferencia de la formación santa que consta de caliza. La parte superior de edad paleógeno inferior consiste en una secuencia de rocas calcáreas y algo de lutitas bituminosas. Su estructura se sitúa en una rea de plegamientos sobre escurrimientos.

2.2.6.2. Geología local

Guerrero (2015) en su investigación “Aplicación del programa de aseguramiento y control de calidad (QA&QC) en el muestreo geológico de la Mina Subterránea Raura S.A.” indica sobre el contexto geológico del yacimiento Minero Raura, que este viene precedido por la ocurrencia de múltiples eventos geológicos, estos eventos se desarrollaron en un marco estructural complejo, el cual comprende múltiples repeticiones tectónicas en las unidades estratigráficas del cretácico, además del plegamiento, fallamiento y cabalgamiento de los sedimentos calcáreos mesozoicos de las formaciones Jumasha y Celendín, la preparación estructural del yacimiento minero se dio durante la fase tectónica Quechua II, a lo largo de la falla Chonta Nor Oeste en forma de un salto estructural con fallas sigmoidales Nor-Este –Sur Oeste.

2.2.6.3. Estratigrafía regional

Las rocas sedimentarias que abundan en la región corresponden a la secuencia estratigráfica del cretáceo, las más arcaicas se muestran al Sur Oeste perteneciendo al cretacio inferior como son las formaciones que corresponden al grupo Goyllarizquizga (Pariatambo, Chimú y volcánico Raura), y las formaciones pertenecientes a la secuencia estratigráfica del cretacio medios y superior como son las formaciones Jumasha, Pariahuaca, Chulec y Celendin (Ver figura 3).

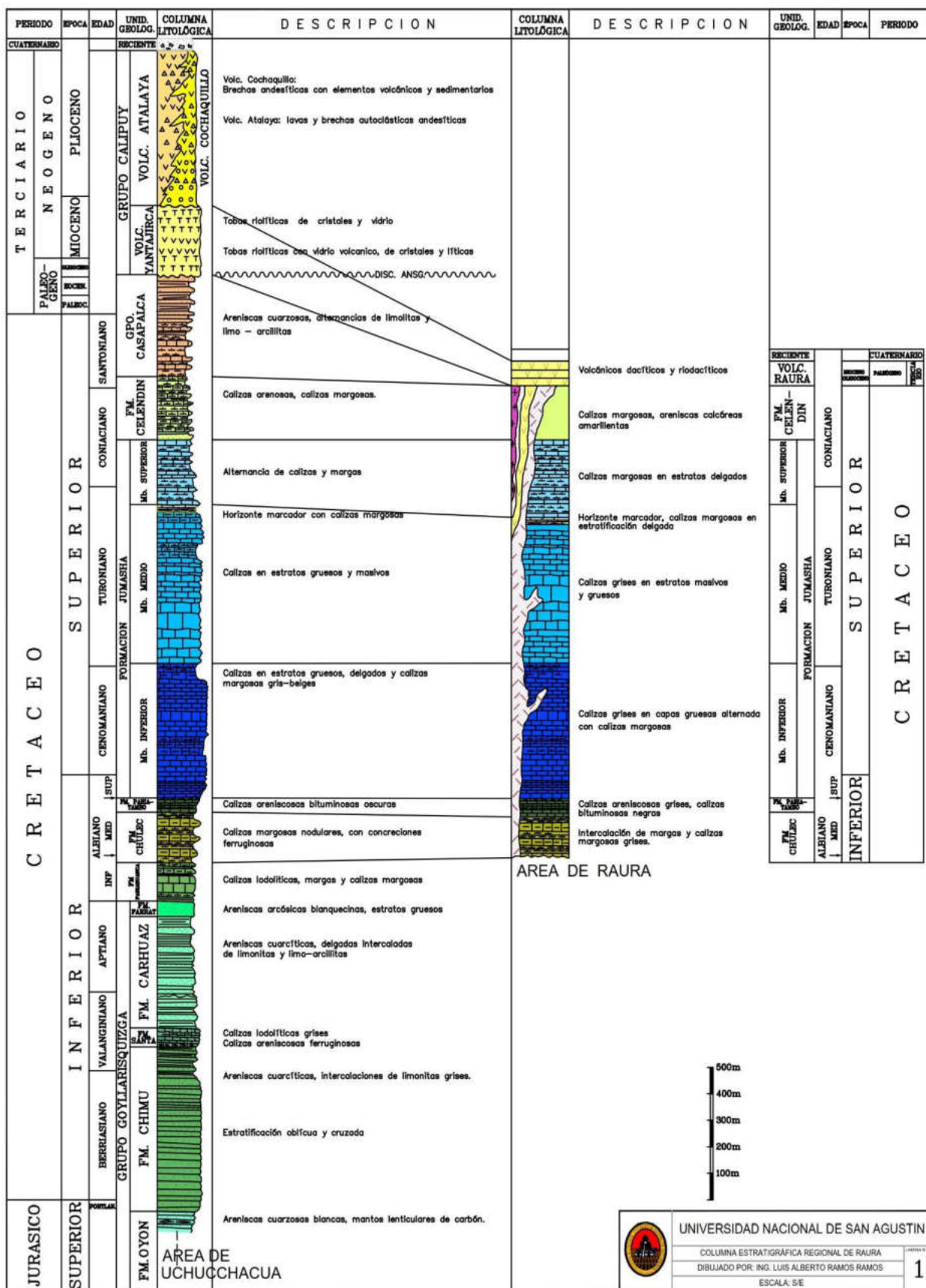


Figura 5. Columna estratigráfica regional de Raura.

Fuente: Universidad Nacional de San Agustín, realizado por el Ing. Luis Alberto Ramos Universidad, en el trabajo titulado “Columna Estratigráfica regional de Raura”

a. Formación Chimú (Ki-ch)

Compuesta de arenisca de cuarzo de granos finos de color gris claro a blanquecino en superficie fresca y en tonalidades marrón rojizas en superficie interperizada, se barajan con limonita, lutitas arcillosas y bituminosas, así como mantos lenticulares de carbón tipo antracita, con espesores volubles desde pocos centímetros hasta los 3 metros.

b. Formación Pariatambo (Ki-pt)

Se encuentra localizada por encima de la formación Chulec y por debajo de la formación Jumasha diferenciándose por el color oscuro y bituminoso, su afloramiento más conspicuo se localiza en el paraje de a Pariatambo en la Oroya, constituido por una serie de calizas y margas bituminosas de color negro, que se barajan con calizas de color gris oscuras de formación tabular y que se rompe a manera de lajas.

c. Volcánico Raura

Se subdivide en las siguientes fases eruptivas:

- Volcánico Raura uno

Abarca el sector sur oeste del yacimiento minero Raura, ubicado al sur de la laguna Brazzini, y al noroeste de la laguna Putusay Bajo. Esta unidad volcánica está constituida por tobas de lapilli soldadas con textura eutaxítica, presenta una matriz dacítica muy silicificada y clastos polimicticos de lapilli líticos sub redondeados de caliza, mármol, e intrusivos antiguos.

- Volcánico Raura dos

Abarca el sector central del yacimiento minero de Raura, situado al norte de la laguna Putusay Bajo y al sur tajo Primavera. Formada por tobas de lapilli soldadas con la presencia de fiammes, posee una textura eutaxítica hacia la parte marginales de la unidad, la cual se va consolidando con una mayor densidad de soldadura hacia las partes centrales profundas.

- Volcánico Raura tres

Ubicada en el sector centro y sureste del yacimiento minero Raura, al sur de la laguna Santa Ana Baja y al este de la falla Raura, se encuentra sobre yaciendo al volcánico Raura dos y en discordancia angular sobre la formaciones Jumasha III, con una estratificación subhorizontal con resultados de su deposición en espacios abierto, litológicamente constituida por tobas de lapilli soldadas con textura eutaxítica, posee una matriz dacítica a riolítica fuertemente silicificada, presenta clastos con líticos

subredondeados y subangulosos de caliza y mármol, el tamaño de los clastos varían de menor a mayor dimensión (hasta 3 m. de diámetro) es parte de la margen oeste del complejo volcánico.

2.2.6.4. Geología estructural del yacimiento

a. Fallas Longitudinaes

Las fallas longitudinales en la unidad minera Raura son tres:

- Sistema de fallas de Chonta.

Constituido por tres fallas principales: Chonta Occidental, Chonta Central y Chonta Oriental, las cuales tienen ángulos de inclinación sub verticales a excepción de la falla Chonta la cual presenta un buzamiento más dócil de aproximadamente 70° Oeste, como se observa en la siguiente figura:



Figura 6. Sistema de fallas de Chonta

Fuente: (Suaña, 2017) “Formulación de un modelo geológico – estructural, en el Sistema Skarn Santa Rosa Compañía Minera Raura”

- Sistema de fallas Restauradoras

Constituido por dos fallas principales: Restauradora y Condorsencca, las cuales atraviesan la parte central de yacimiento minero, con una dirección Norte 160° y un buzamiento sub vertical con tendencia a inclinarse a la parte sur hasta llegar hasta los 50° SO.

- Falla Raura

Situada al este del yacimiento minero, posee una dirección Norte 150° y un buzamiento de 70° Suroeste, la relación geométrica entre los buzamientos del estrato y de la falla, permiten inferir que la falla Raura puede cambiar de buzamiento, hacia el Sur forma brechas tectónicas sin mineralización como se muestra en la figura 5.

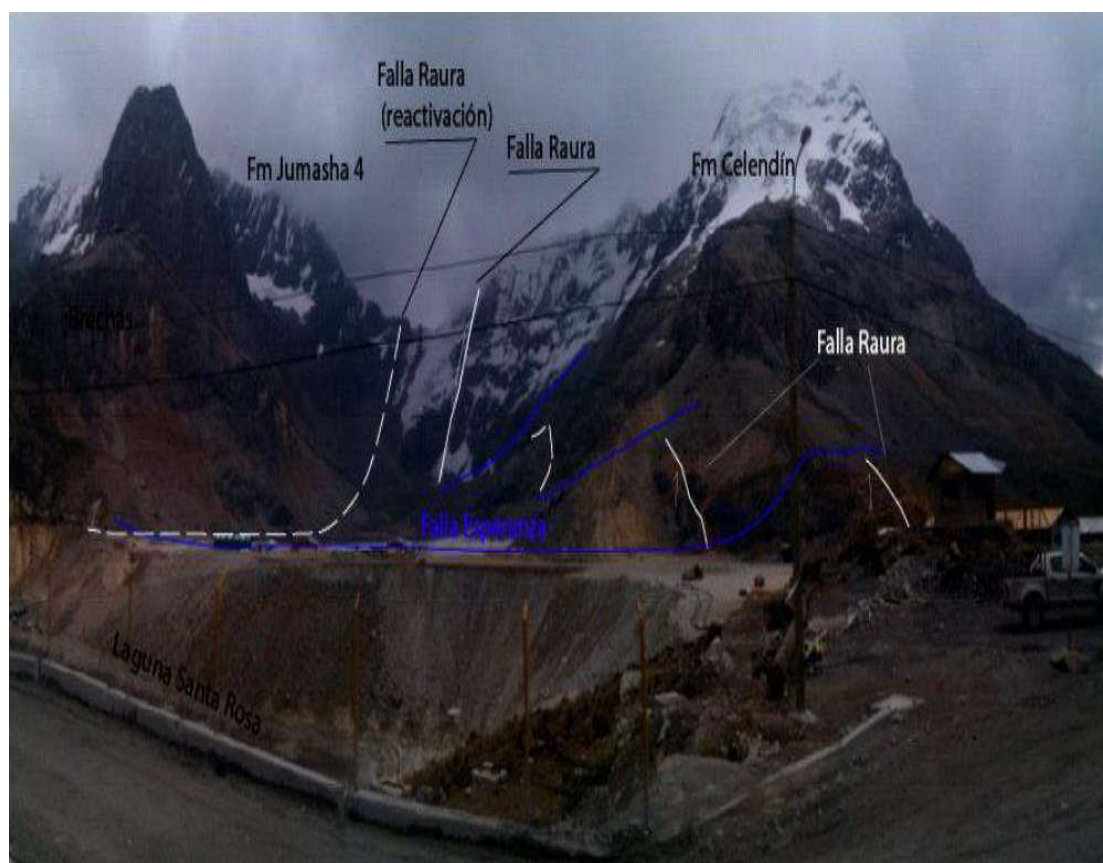


Figura 7. Falla Condorsencca, hace cabalgar al Jumasha III sobre el Jumasha IV. Vista tomada ala sur desde la laguna Putusay bajo.

Fuente: (Suaña, 2017) “Formulación de un modelo geológico – estructural, en el Sistema Skarn Santa Rosa Compañía Minera Raura”

2.2.6.5. Sistema de fallas noroeste – sureste

– Fallas Brazzini

Esta falla posee una dirección Norte 120° y un buzamiento entre 70 y 80° Suroeste, presenta bifurcaciones que se asimilan a una estructura en cola de caballo la cual fue originada ulterior a la mineralización.

– Falla Farallón

Posee una dirección Norte 105° y un buzamiento entre 70 y 80° Suroeste, posee un movimiento sinistral siendo esta una falla de corrimiento la cual atraviesa a los stocks con un cambio de dirección Este como se muestra en la figura 6.



Figura 8. Falla Condorsencca, hace cabalgar al Jumasha III

Fuente: (Suaña, 2017) “Formulación de un modelo geológico – estructural, en el Sistema Skarn Santa Rosa Compañía Minera Raura”

2.3. Marco referencial

2.3.1. Historia de la perforación diamantina

Jave (2002), en el escrito “Metodología para la selección y aplicación de equipos de perforación hidráulica tipo diamantina” indica que hace mucho tiempo atrás la gente solía hacer perforaciones en busca de agua y no de petróleo. En realidad, no fue grato cuando encontraron accidentalmente petróleo ya que contamina el agua, los primeros pozos se perforaron para extraer agua y luego usarla para satisfacer necesidades de alimentación u otros usos.

Totten (2004) en su “Cronograma de la historia del Comité D02 sobre Productos y Lubricantes de Petróleo y momentos clave en la historia de las industrias petroleras y afines” hace referencia que los pozos petrolíferos más antiguos que se conocen fueron perforados en China en el año 347 a.c., tenían una profundidad de aproximadamente 250 m y funcionaban mediante brocas fijadas a cañas de bambú.

López, y otros (1998) en su libro “Manual de Evaluación y Diseño de Explotaciones Mineras” refieren que el nacimiento de la técnica moderna de perforación rotativa con diamante para la obtención de testigos tuvo lugar a partir de los experimentos llevado a

cabo por el ingeniero suizo Jean Rudolphe Leschot, cuando vivió en París en 1862 y concibió la idea que después se materializó en un prototipo.

2.3.2. Perforación diamantina

De acuerdo con Lambert (2009) en el libro “Pega y Pesca de Tubería de Pozos”, esta perforación permite obtener una muestra geológica precisa y representativa del medio geológico, mediante la extracción de un testigo continuo de roca cilíndrico para su posterior caracterización, análisis químico y pruebas metalúrgicas. Para realizar el sondeo a la profundidad, con el diámetro, orientación y recuperación programados, aplicando las instrucciones técnicas establecidas y las medidas de seguridad especificadas.

Durante el proceso de recuperación de testigos se presentan una serie de ventajas para el muestreo:

- Se consigue una muestra continua de todo el material mineralizado, aunque en ocasiones la posible presencia de recuperación pueda minimizar estas ventajas.
En este sentido recuperaciones inferiores al 75% hay que tomarlo muy en cuenta, pues pueden incidir en errores en la etapa de evaluación.
- Los procesos de contaminación son inferiores, si la contaminación está presente se puede lavar el testigo.
- Se obtiene una correcta información mineralógica, textural y geotécnica, pues a grandes rasgos el material se recupera de forma similar a como se encuentra a profundidades.

2.3.3. Perforación diamantina en subterránea

Bustillo, Manuel, y otros (2001), en el “Manual de sondeos- Aplicaciones” denotan que los sondeos realizados desde las labores subterráneas pueden ser verticales inclinados u horizontales, tiene una facilidad de transportar en zonas de dimensión reducida, galería estrecha, la longitud de avance de las sondas puede ser un factor altamente limitante.

Riquelme (2017) en su indagación “Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles, en las Actividades de Perforación Diamantina, basado en la Norma OHSAS 18001:2007 en la Unidad Minera Cerro Lindo” indica que la perforación diamantina subterránea se basa en la propiedad del diamante de poseer el grado más alto de dureza, por lo que puede cortar cualquier tipo de roca o material, se usa para perforar con ángulos de inclinación positivos o negativos. también puede ser usada en una etapa muy temprana para delinear cuerpos mineralizados, determinar si la mineralización profundiza, verificar las leyes y determinar recursos mineralizados dentro de un yacimiento o proyecto minero.

2.3.3.1. Puntos de perforación

Bustillo, Manuel, y otros (2001), en el “Manual de sondeos-Aplicaciones” señalan que la malla de sondeo óptima, será aquella que proporcione la mayor cantidad posible de información con el menor gasto posible en perforación, frecuentemente las campañas de perforación se plantean con una secuencia o avance en etapas en las que las aberturas de los puntos se cierran progresivamente.

2.3.3.2. Perforadora diamantina LM 75 subterránea

La compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017) en el “Manual de operaciones y servicios” define que el equipo LM 75 es un equipo de perforación compacto para extracción subterránea de testigos mediante equipos de diamante. Cuenta con un bastidor de alimentación de 70 kn para pozos medianos y largos. Su tamaño compacto y su potencia lo convierten en una barrena versátil para ubicaciones en las cuales el espacio cobra una importancia crítica.

2.3.3.3. Componentes del equipo de perforación

- Unidad de poder

La Compañía minera Remicsa Drilling (2016), en el “Manual de mantenimiento” menciona que la unidad poder de generación y transmisión de fuerzas, pudiendo ser esta eléctrica, a motor de explosión o neumática; eligiendo cualquiera de ellas de acuerdo al medio de trabajo y a la posibilidad de energía o combustible. Esta unidad se encarga de poner en movimiento el tren de perforación, dándole la posibilidad de rotación, presión o percusión o la combinación de los tres, lográndose esto por transmisión de fuerza hidráulica, neumática o mecánica.

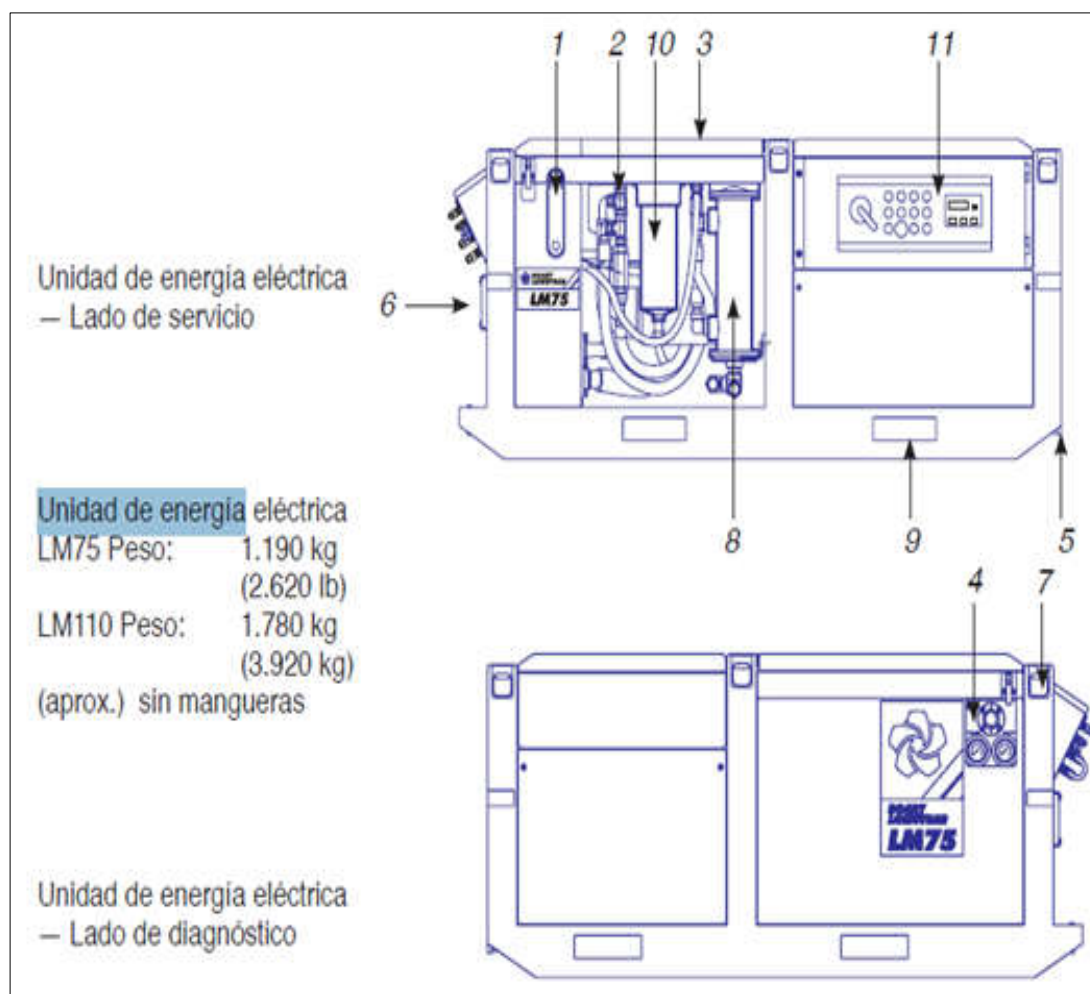


Figura 9. Componentes de la perforadora – unidad de poder

Fuente: Compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017), “Manual de operaciones y servicios”

- Guinche del cable de perforación

La compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017) en el “Manual de operaciones y servicios” refiere que el guinche del cable de perforación accionado hidráulicamente está diseñado para conectarse directamente a la unidad de energía mediante las mangueras de interconexión provistas.

Capacidad del guinche

La capacidad depende del diámetro del cable utilizado:

Tamaño del cable	Capacidad	
5 mm	1.400 m	(4.600 pies)
6 mm	1.000 m	(3.280 pies)
1/4 pulg.	895 m	(2.930 pies)
3/16 pulg.	1.550 m	(5.080 pies)

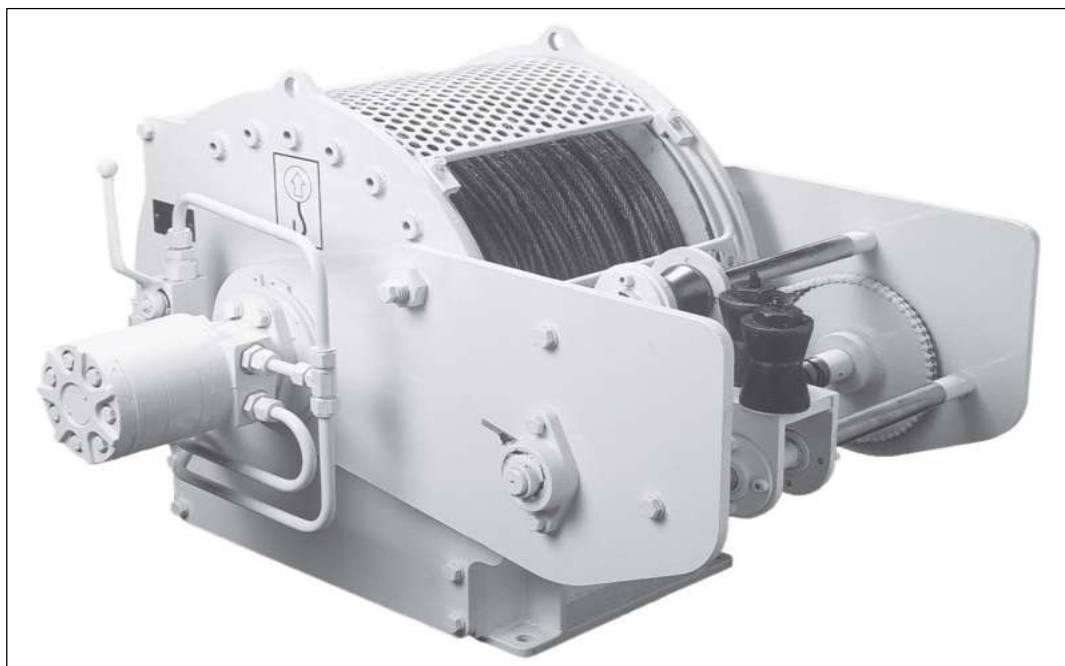


Figura 10. Componentes de la perforadora tambor con su guinche.

Fuente: Compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017), “Manual de operaciones y servicios”

La apertura de esta válvula permite que el tambor del guinche ruede libremente cuando se utiliza la bomba en pescadores overshot QU. Funciona mediante la creación de un circuito que permite que el aceite circule entre los dos puertos del motor.

- Panel de mando

La compañía Boart Longyear (2017) define que el panel de control de la barrena LM 75 posee un control de velocidad de rotación que permite seleccionar y fijar la velocidad máxima disponible del mandril. use siempre este control para restringir la velocidad del mandril en lugar del control direccional de rotación, ya que esta palanca debe dejarse en la posición completamente hacia adelante para asegurar la máxima potencia disponible.

El motor hidráulico de la unidad de rotación también cuenta con la función de detención de carga que se activa cuando se está alcanzándola potencia máxima, esta detención de carga brinda una relación constante de velocidad por motor independientemente del ajuste del control de velocidad de rotación, que solo controla la velocidad de marcha libre en condiciones mínimas de carga.



Figura 11. Componentes de la perforadora – panel de mando.

Fuente: Compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017), “Manual de operaciones y servicios”

- Bomba de trido y bomba de agua

La compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017) en el “Manual de operaciones y servicios” define que la bomba de agua proporciona un flujo de agua controlando a la sarta de perforación y para el enjuague del pozo.



Figura 12. Componentes de la perforadora bomba de trido

Fuente Compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017), “Manual de operaciones y servicios”

Tabla 1

Informe técnico de la perforadora LM 75

Varilla de perforación/ cilindro saca testigos	Guía de la profundidad de perforación					
	Profundidad del agujero Sistema métrico			Profundidad de agujero Sistema de EE.UU.		
	Ascendente	Horizontal	Descendente	Ascendente	Horizontal	Descendente
ARQMTK	650	1150	1700	2133	3773	5577
BQTM	400	740	1000	1476	3609	3281
NQTM	250	650	700	820	2133	2297
HQTM	120	430	345	394	1411	1132

Fuente: Compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017), "Manual de operaciones y servicios"

Tabla 2

Especificaciones del Equipo de perforación LM 75

Bastidor de avance (Serie 700)	Sistema métrico	Sistema EE-UU
Carrera de avance	1830 mm	72 pulg
Max. Fuerza de empuje normal	53,9 KN O 28,5 Mpa	12080 lbf o 4130 psi
Max. Fuerza de fracción nominal	81,4 Kn o 28,5 Mpa	18250 lbf o 4130 psi
Velocidad nominal del soporte móvil	0,5 m/s por ciclo completo	A 3 pies/s por ciclo completo
Velocidad nominal del soporte virtual	Aproximación 15 m/min	Aproximadamente 50 pies/s min

Fuente: Compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017), "Manual de operaciones y servicios"

Tabla 3

Especificaciones Porta broca y soporte de varilla

	Porta broca y soporte de varilla	
	Porta broca HQ"	Soporte de varilla PQ"
Apertura máxima	97.0 MM (3.82 pulg) Diámetro correspondiente al diámetro interior del manguito guía HQTM	125 (4875 pul) Diámetro correspondiente al diámetro interior del manguito guía PQTM
Tipo	Cierre hidráulico	Cierre mecánico
Mordazas	3 (Igual a las usadas con el Chuck)	2 (Igual a las usadas con el chuck)
Max capacidad de sujeción axial anual	80,0 kN° (19110 lbt*)	130 KN (33750 lbt*)
Max. Capacidad de retención torsional estática nominal	Rotación en ambos sentidos 3900 N m (2870 Lbt)	Rotación en ambos sentidos 5800 N-m (4255 lbf*) A 7 Mpa (1015 psi) con mordazas y varillas nuevas
Cabezal de perforación HQTM, par torsor elevado.		
Giro en sentido horario		
Velocidad del chuck	1330 RPM, continuamente variable. Las velocidades variaran con el tipo de aceite y la temperatura es solo aproximada	
Par torsor del chuck	325 N-m o 1250 RPM 900 N-m o 500 RPM	329 lb/pies o 1250 RPM 662 lb/pies o 500 RPM
Giro en sentido antihorario		
Velocidad del chuck	100 RPM fija para evitar daños a la rosca de la varilla	
Par torsor del chuck	3770 Nm con dispositivo de desconexión o 28,5 Mpa	2780 lb/pies con dispositivo de desconexión o 28,5 Mpa
Bombas hidrostáticas		
Bomba Principal	Sistema métrico	Sistema EE.UU.
Carrera de avance	Todas las funciones del equipo de perforación	
Condiciones de operación	28.5 Mpa	4130 PSI
Bomba de recirculación	Bomba de carga y enfriamiento de aceite	
Tipo	Engranajes, desplazamiento fijo.	
Fabricante	Rexroth (Hidromatiik GmbH)	
Condiciones de presión operativa	1 - 1.5 bar	145 - 21.8 psi
Velocidad normal	1480 RPM @ 50 RPM	1780 RPM @60 Hz
Volumen del tanque hidráulico	60L	15.8 Gal

Fuente: Compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017), "Manual de operaciones y servicios"

Tabla 4

Especificaciones Guinche del cable de perforación

Guinche del cable de perforación		
	Sistema métrico	Sistema de EE.UU.
Tipo	Totalmente hidráulico	
Tensor del cable		
Tambor vacío	11.77 KN	2649 lb
Tambor lleno	4.51 kn	1015 lb
Velocidad del cable		
Tambor vacío	0 - 100 m/min	328 pies/min
Tambor lleno	0 - 254 m/min	833 pies/min
Capacidad del tambor		
5mm	1400m	4600 pies
6mm	1000m	3280 pies
1/4"	895m	2930 pies

Fuente: Compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017), "Manual de operaciones y servicios"

Bastidor de avance (serie 700)**Bastidor de avance****Peso: 960 kg (517lbs)**

Unidad de rotacion con chuck

Peso 235kg (517 lbs)

Conjunto de abrazadera de varrilla PQ

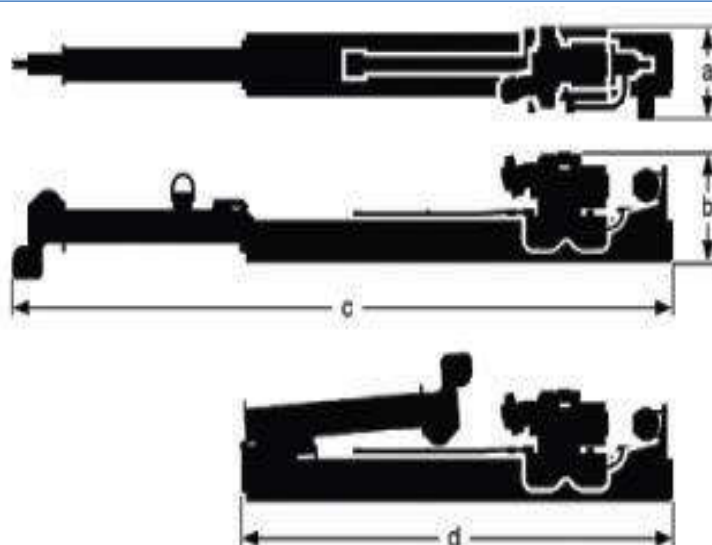
Peso: 170kg (374 pulg)

a=698mm (27.50 pulg)

b=801 mm (31.51 pulg)

c=476 mm (168.25pulg)

d=8071mm (121 pulg)

**Panel de control**

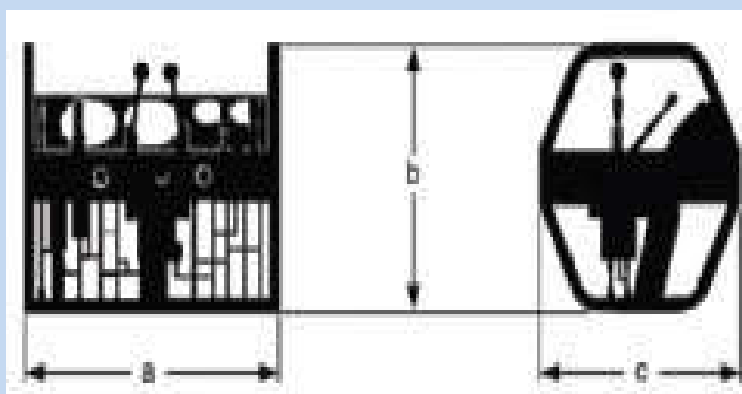
Peso: 40 kg (101 lbs) sin manguera

Adicional de 42 kg (92 lbs) con manguera

a = 575 mm (23 pulg.)

b = 521 mm (20,50 pulg.)

c = 480 mm (19 pulg.)

**Unidad de energia**

Peso: 1400 kg (3080 lbs)

Incluye motor eléctrico y arranque sin equipo de remolque

a = 1318 mm (52 pulg.)

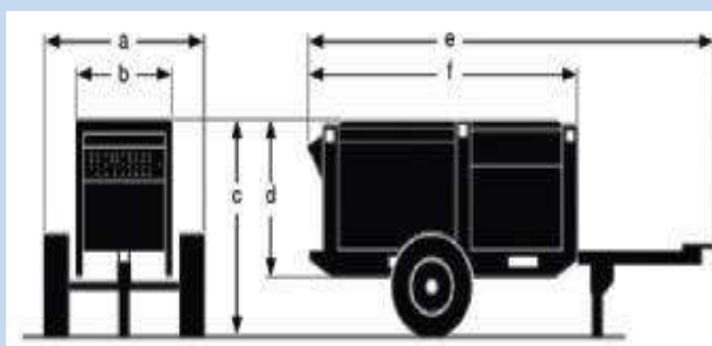
b = 730 mm (29 pulg.)

c = 1526 mm (60 pulg.)

d = 1033 mm (41 pulg.)

e = 3893 mm (153,25 pulg.)

f = 2230 mm (87,75 pulg.)

*Figura 13.* Dimensiones y pesos de la perforadora LM 75.

Fuente: Compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017), “Manual de operaciones y servicios”

2.3.3.4. Perforadora diamantina RD 800 subterránea

La compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017) en el “Manual de operaciones y servicios” define que es un equipo para perforación diamantina de tamaño pequeño que perfora en mina subterránea, adecuado para perforar taladros cortos.

Según la Compañía minera Remicsa Drilling (2016), en el “Manual de mantenimiento” la RD 800 es una máquina totalmente hidráulica, ideal para taladrar o perforar orificios de taladros de contorno en galerías angostas. El taladro de núcleo es igualmente eficiente para operaciones de perforación de superficie. El diseño compacto y el peso ligero hacen que el RD 800 sea fácil y rápido de configurar para la perforación. Esto a su vez ofrece movimientos más rápidos entre los sitios de perforación, sin alterar las rutinas normales de producción en la mina, este equipo de RD 800 están acopladas a un equipo minicargador, donde que transporta a la perforadora, unidad de poder, panel de mando y la bomba de trido, elaborado por la empresa Remicsa Drilling S.A.

Pesos aproximados del sondaje perforación estándar.

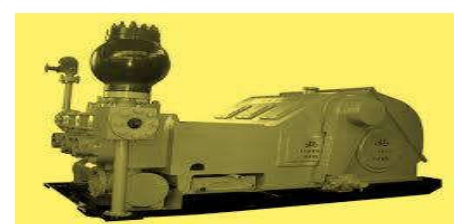
Componentes	Peso total
- Unidad de perforación	1000.00 kg
- Panel de control	148.00kg
- Bomba de agua o trido	225.00kg
Unidad de potencia	Peso total
- Motor eléctrico 55kw/75hp a 1750 rpm	1050 kg
Dimensiones:	
- Unidad de poder	2.40*1.10*1.20
- Unidad de perforación	2.60*0.90*1.60

Tabla 5

Partes de la perforadora RD 800 montado en minicargador.

Unidad de rotación H			
Tipo	Hidráulicamente cerrada mecánicamente abierta sincronización automática con el sujetador de barras desde el panel de control		
Mordazas	3 mordazas intercambiables con inserto de carburo de tungsteno		
Velocidad continua	0 -1700 rpm		
Torque máximo	800 Nm		
Fuerza de sujetador axial	80 kN		
Diámetro máximo	98 mm		
Motor hidráulico	Tipo variable de pistón axial 55 ccr		
Adicionales	Filtro de presión hidráulico Sensor de revolución por minuto Guidores de tuberías intercambiables para sarta H, N, B y A		
Bastidor			
Tipo	Pistón	Hidráulico	Telescópico
Carrera de avance	800 mm	0	0
Fuerza de empuje máx.	65 KN	65 KN	65 KN
Fuerza de empuje min	65 KN	65 KN	65 KN
Velocidad de avance	0.75m/s	0.75m/s	0.75m/s
Sujetador de barras			
Tipo	Hidráulicamente abierto Cerrado por presión de gas - acumulador sincronización automática con la unidad de rotación desde el panel de control.		
Mordazas	2 mordazas intercambiables con inserto de carburo de tungsteno		
Fuerza de sujeción axial	80kN		
Diámetro máximo	120mm		
Adicionales	Guidores de tuberías intercambiables para sarta de H, N, B y A		
Malacata			
Capacidad	800mm cable de 4.5 mm		
Tipo	Propulsado por motor hidráulico con ordenador de cable automático con 4 posiciones desde el panel de control (Subir, neutro, bajar, caída libre)		
Tambor lleno	4.5kN		
Tambor vacío	10KN		
Bomba de lodos			
Tipos	Propulsada por motor hidráulico		
Bomba	Tipo de pistón de múltiples etapas		
Numero de pistones	3		
Cilindro	Cerámica reforzados con acero		
Capacidad	135 litros/min		
Presión máxima	40 bar		
Adicionales	Montada sobre esquí de acero		

Nota. Recuperado de Empresa Remicsa Drilling S.A. (Área de mantenimiento).



2.3.4. Concepto de mantenimiento

Nayhua (2018) en su trabajo “Diseño de un Plan Mantenimiento con la Metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para Perforadoras Atlas COPCO CT20 en la Empresa Explodrilling” menciona que, en la norma europea EN 13306, 2011, se define el mantenimiento como la combinación de todas las acciones técnicas administrativas y de gestión realizadas durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o a devolverlo a un estado en el cual pueda desempeñar la función requerida.

Como función requerida se entiende la función o combinación de funciones de un elemento que se consideran necesarias para proporcionar un servicio dado.

2.3.4.1. Mantenimiento correctivo

Osorio (2016) en su estudio “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina superdrill H600 de la empresa Maqpower S.A.C” define que el mantenimiento correctivo es el conjunto de actividades realizadas tras el fallo de un bien o del deterioro de sus funciones para permitirle cumplir con una función requerida, al menos de manera provisional”.

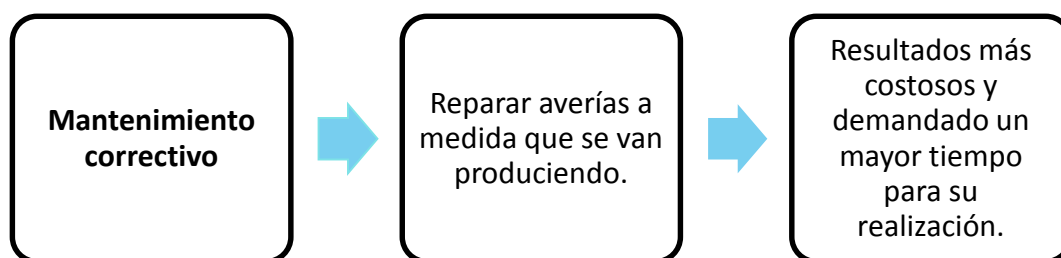


Figura 14. Mantenimiento correctivo

Fuente: (Osorio, 2016) “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina superdrill H600 de la empresa Manpower S.A.C.”

Mora (2009) en su libro “Mantenimiento, Planeación, Ejecución y Control”, indica que el mantenimiento correctivo, consiste en el pronto recuperación de la falla y se le considera de corto plazo. Las personas encargadas de reportar la ocurrencia de la avería son los propios operarios de las maquinas o equipos y las reparaciones corresponde al personal del mantenimiento. Exige, para su eficiencia, una buena y rápida reacción de la reparación (Recursos humanos asignados, herramientas, repuestos, elementos de transportes, etc.). la reparación propiamente dicha es rápida y sencilla, así como su control y su puesta en marcha.

- a. Ventajas de un mantenimiento correctivo.

- No se requiere de una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis.
 - Máximo aprovechamiento de la vida útil de los sistemas.
- b. Desventajas de un mantenimiento correctivo.
- Las averías se presentan en forma imprevista y afectan a la producción.
 - Riesgos de fallos de elementos difíciles de conseguir.
 - Baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo disponible para reparar.

2.3.4.2. Mantenimiento preventivo

Sacristan (2000) en el “Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa” menciona que el mantenimiento preventivo son todas las acciones sobre revisiones, modificaciones, y mejoras dirigidas a evitar averías y las consecuencias de estas en la producción.

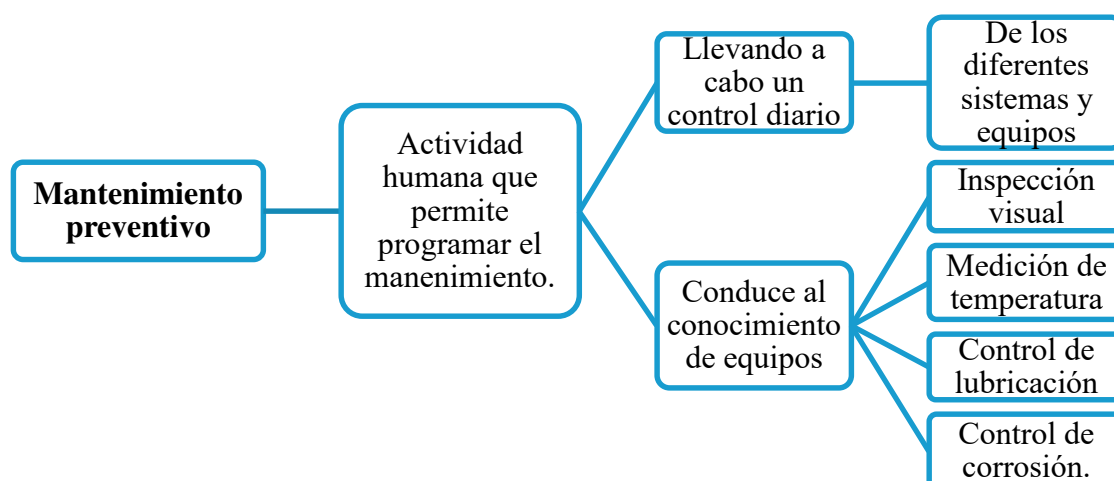


Figura 15. Mantenimiento preventivo

Fuente: (Sacristan, 2000) “Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa”

Mora (2009) en su libro “Mantenimiento, Planeación, Ejecución y Control”, declara que el mantenimiento preventivo es conocer el estado actual de los equipos, mediante los registros de control llevados en cada uno de ellos y en coordinación con el departamento de programación, para realizarla tarea preventiva en el momento más oportuno.

Ventajas de mantenimiento preventivo

- Disminuir el número de paradas realizando varias reparaciones en un solo paro de la máquina.
- Aprovechar el momento más oportuno sin interferir en el proceso de producción para realizar el mantenimiento.

- Reparar implementos y repuestos disminuyendo la indisponibilidad de la máquina.
- Evitar avería mayor producidas por pequeños fallos provocados con el paso del tiempo

a. Tipos de mantenimientos preventivos.

En la siguiente figura se podrá apreciar los siguientes tipos de mantenimientos preventivos:

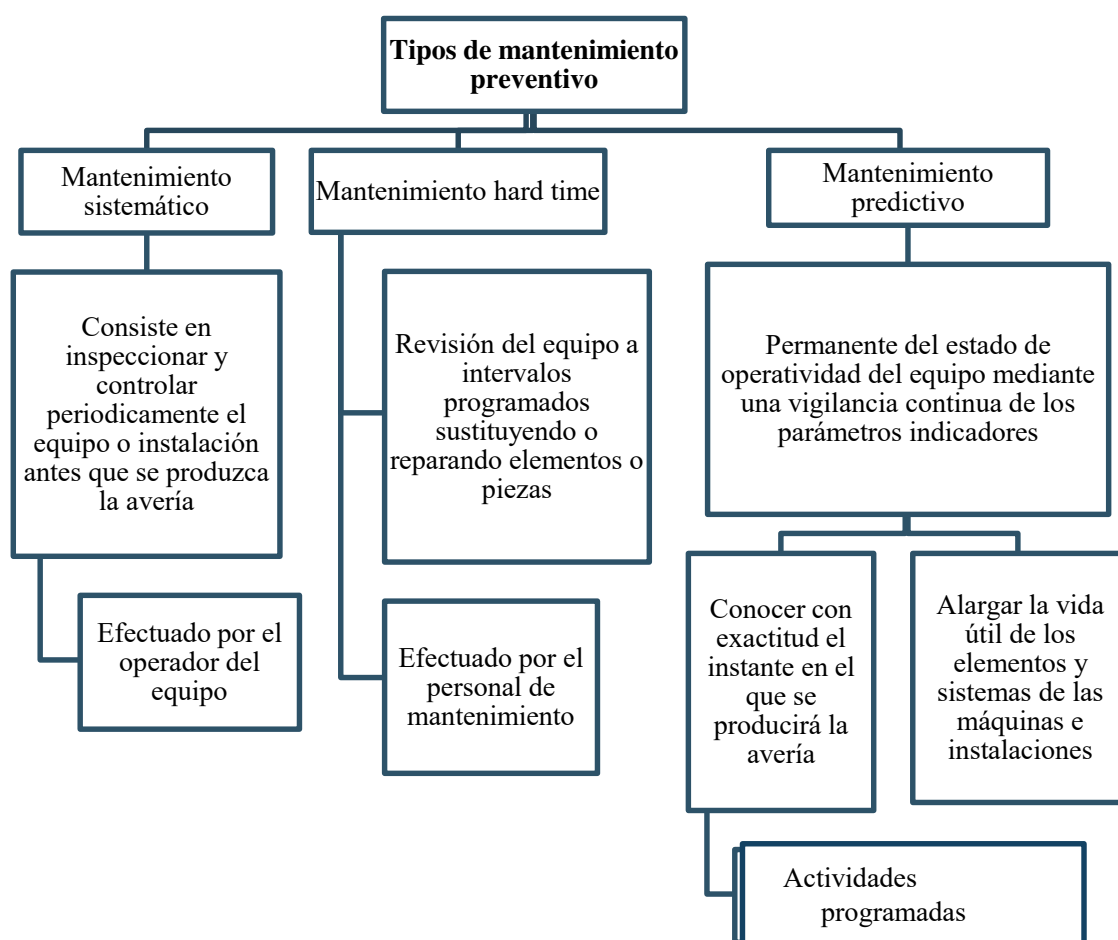


Figura 16. Tipos de mantenimiento preventivo

Fuente: Maldonado Villavicencio & Siguenza, 2012 en Mora (2009) en su libro “Mantenimiento, Planeación, Ejecución y Control”

2.3.4.3. Mantenimiento predictivo

Mora (2009) en su libro “Mantenimiento, Planeación, Ejecución y Control”, explica que el mantenimiento predictivo es el que estudia a la evolución temporal de cierto parámetros para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de determinar en qué

periodo de tiempo esa situación va generar escenarios fuera de los estándares, para que esa avería no cause consecuencias graves ni genere paradas imprevistas de equipos. Según Osorio (2016) en su estudio “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina superdrill H600 de la empresa Maqpower S.A.C”, consiste en la búsqueda de indicios o síntomas que permitan identificar una falla antes de que ocurra la falla. Por ejemplo, estas tareas incluyen: inspecciones, monitoreo, chequeos.

a. Ventajas de mantenimiento predictivo

- Más confiabilidad. Al utilizar aparatos y personal calificado, los resultados deben ser más exactos.
- Requiere menos personal. Esto genera una disminución en el costo de personal y en los procesos de contratación, aunque luego veremos una desventaja sobre ellos.
- Los repuestos duran más. Como las revisiones son en base a resultados, y no a percepciones, se busca que los repuestos duren exactamente el tiempo que debe ser.

b. Desventajas de mantenimiento predictivo

- Siempre que hay un daño, necesita programación. Si a la empresa le urge que se repare, es posible que tenga que esperar hasta que la fecha se defina como segunda revisión. Por las que las urgencias también deben darse mediante programaciones.
- Requiere equipos especiales y costosos. La buscarse medir todo con precisión, los equipos y aparatos suelen ser de alto costo, por lo que necesitan buscarse las mejores opciones para adquirirse.
- Es importante contar con personal más calificado. Aunque ya mencionamos que el personal es menor, este debe contar con conocimientos más calificados, lo que eleva a su vez el costo y quizás, dependiendo del área, disminuye las opciones.
- Costosa su implementación. Por lo mismo de manejarse mediante programaciones de trabajo, si se une los costos de toda la vez que se paró la máquina y se revisó por cuestiones que se identificaron la primera vez, el costo es considerablemente alto.

Mora (2009) menciona que la principal ventaja radica en la velocidad de detención de la avería (En forma anticipada y temprana al hecho), mientras que en otros casos solo

es posible establecer una frecuencia. A su vez, las acciones predictivas incorporan algunas variables que aumentan la información del estado de los equipos. La cantidad de información que proporciona este tipo de mantenimientos, sumado a la rapidez en que se mide la información, supera ampliamente a las acciones de mantenimiento descritas anteriormente.

2.3.4.4. Overshot (Pescador)

La compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017) en el “Manual de operaciones y servicios” define que el pescador overshot es un componente integral del sistema de wireline. Cuando el tubo interior está lleno de testigo se procede a pescar y se hace bajar el pescador overshot hasta el fondo del pozo o se bombea en caso de que el pozo este inclinado, sus mordazas de izaje para usos intensivos se sujetan firmemente a la parte superior del conjunto del tubo interior.

Riquelme (2017) en su investigación titulada “Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles, en las Actividades de Perforación Diamantina, basado en la Norma OHSAS 18001:2007 en la Unidad Minera Cerro Lindo”, define que es la herramienta que permite subir y bajar el ensamble del tubo interior con la ayuda del wireline a través de la columna de barras. Está adaptado para soportar fuertes tensiones, torsión y sacudidas sin dañar o distorsionar el testigo que contiene el tubo interior. Características y beneficios:

- Fuerza de agarre, sumamente alta
- Variedad amplia de diámetro de pesca, los cuales se pueden cambiar fácilmente.
- Sujeta los 360° del punto de pesca
- Mecanismo de agarre mecánico o hidráulico se libra hidráulicamente.
- Toberas (Boquillas)ajustables para diferentes caudales de flujo
- Tope ajustable para cuello de pesca de diferentes longitudes.

ID #	N° DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANT.
	3547700	Pescador Overshot Quick Pump-In BQU	
1	25991	Perno anilla giratoria de cable	1
2	25990	Collar giratorio de cable	1
3	25986	Cojinete de empuje	1
4	25985	Tuerca hexagonal entallada. 1/2" UNF	1
5	44615	Pasador de aletas. 3/32" x 3/4"	1
6	17447	Copilla de engrase hidráulica	1
7	30183	Cuerpo Giratorio de cable	1
8	3547807	Cuerpo Superior del pescador overshot. BQU	1
9	3545136	Pasador de cizalla en espiral. 3/16" x 1-1/8"	1
10	100690	Sello de Junta de bombeo. BQ	2
11	3543906	Asiento del sello. BQU/BQTKU	1
12	62380	Buje indicador. 22mm	1
13	62374	Bola. 22 mm	2
14	3547848	Cabezal del pescador overshot, BQU	1
15	5007836	Pasador de encaje de presión, 1/2" x 1-1/2"	1
16	29073	Pasador en espiral, 3/16" x 1-3/8"	1
17	6951	Resorte de Compresión	1
18	6950	Mordaza de izaje. BQ	2

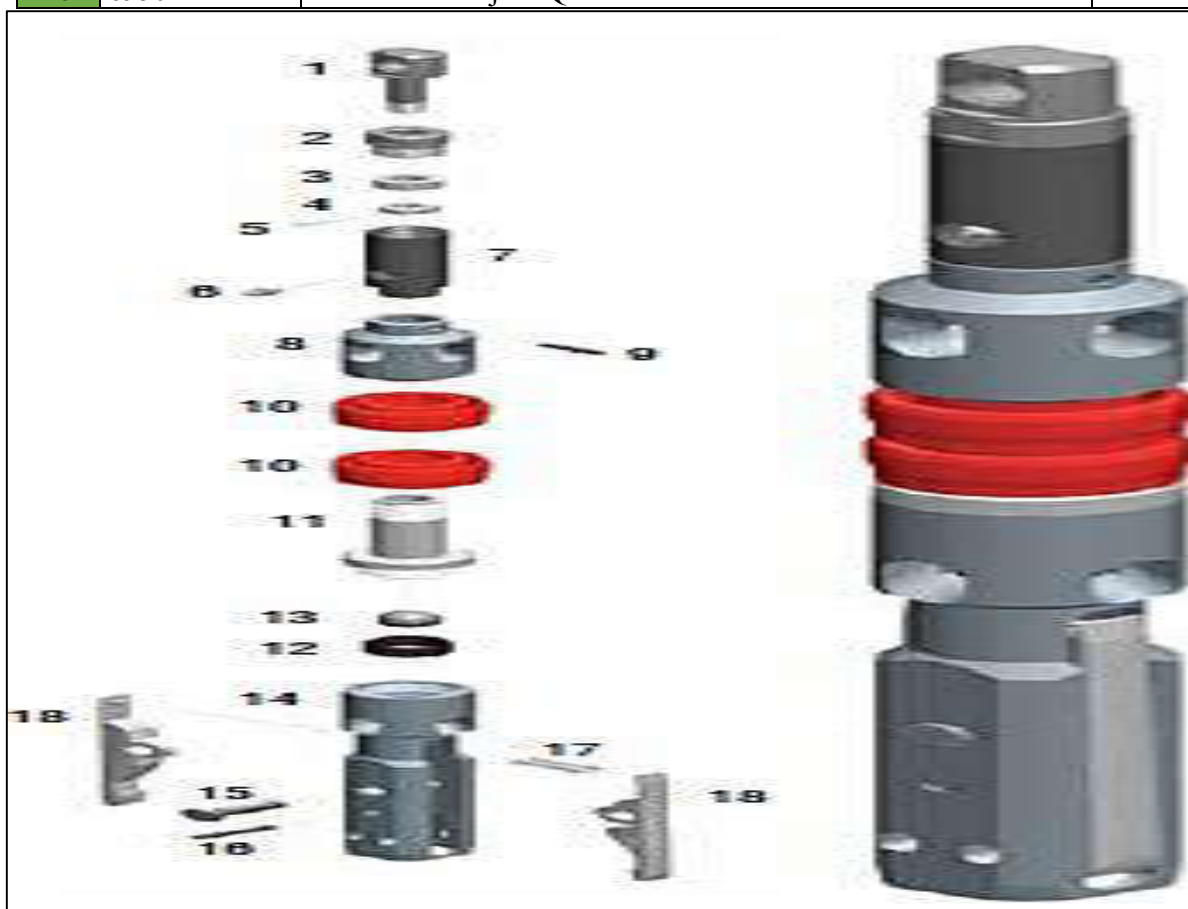


Figura 17. Partes de pescador overshot

Fuente: Compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017), "Manual de operaciones y servicios"

2.3.4.5. Head assembly (Cabezal)

Riquelme (2017) en su estudio “Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles, en las Actividades de Perforación Diamantina, basado en la Norma OHSAS 18001:2007 en la Unidad Minera Cerro Lindo”, define que el cabezal forma parte del ensamble del tubo interior, en su parte superior tiene una punta en forma de lanza, lo que le permite acoplarse a las tenazas del pescador, teniendo al tubo interior, al cabezal y al pescador unidos, listos para subir o bajar con la ayuda del wireline”.

La compañía de tecnología minera Boart Longyear (2013) en el libro “Herramientas para usar en el interior de pozos” aclara que el conjunto de cabezal proporciona mecanismos de traba y punta de lanza pivotante para permitir la inserción y recuperación del conjunto de tubos interiores, un conjunto de cojinetes para permitir que el tubo interior permanezca fijo y evitar daños en la muestra durante la perforación, además de indicaciones de operación con presión sobre fluidos y válvulas de control de fluidos. Todos los conjuntos de cabezales tienen un conjunto de válvula de cierre que envían una señal de presión de fluidos al operador del equipo de perforación cuando se comprimen los miembros de la válvula, lo que indica que el tubo interior está lleno o bloqueados.

ID #	N° de pieza	Descripción	Cant.
3548826MKII		Conjunto del cabezal Quick Pump-In. NQU	
1-5	5003190	Conjunto de punta de lanza MKII. NQ/NQTK	1
6	3548623	Camisa de retracción de las trabas. NQU	1
7	24305	Pasador en espiral. 1/2" x 2"	2
8	3541932	C/SCR. HH 3/8-16 3/4" Nyllok	1
9	306022	Arandela de resorte de traba. NQ/NQU	1
10	3543136	Resorte de compresión. NQU	1
11	3548336	Cuerpo de traba superior. NQ	1
12	104816	Traba. NQ/NQU	2
13	104817	Conexión. NQ	2
14	24548	Pasador en espiral. 1/2" x 1-1/2"	1
15	3547672	Válvula de pistón. BQ/NQ	1
16	24307	Pasador en espiral. 1/4" x 2"	1
17	3543904	Buje indicador. 22mm	1
18	3543948	Adaptador. NQU	1
19	64302	Sello de junta de Bombeo. NQ	1
20	3543949	Asiento de sello. NQU	1
21	306009	Resalto de asentamiento. NQ	2
22	306008	Cuerpo de traba inferior. NQ/NQU	1
23	24885	Tuerca hexagonal. 1-1/8" UNC	1
24	24886	Husillo. NQ	1
25	44209	Válvula de cierre. NQ. Rígida	1
26	24888	Arandela de ajuste de la válvula. NQ	1
27	24312	Cojinete de empuje	2
28	24889	Buje de husillo. NQ	2
29	18298	Cojinete de empuje	1
30	24313	Resorte de compresión. NQ	1
31	22918	Contratuerca. 3/4" UNC	1
40664		Conjunto del casquete del tubo interior (32A, B, C, D)	
32A	40677	Casquete del tubo interior, NQ	1
32B	17447	Copilla de engrase hidráulica	1
32C	62374	Bola, 22mm	1
32D	37382	Cuerpo de la Válvula de retención	1

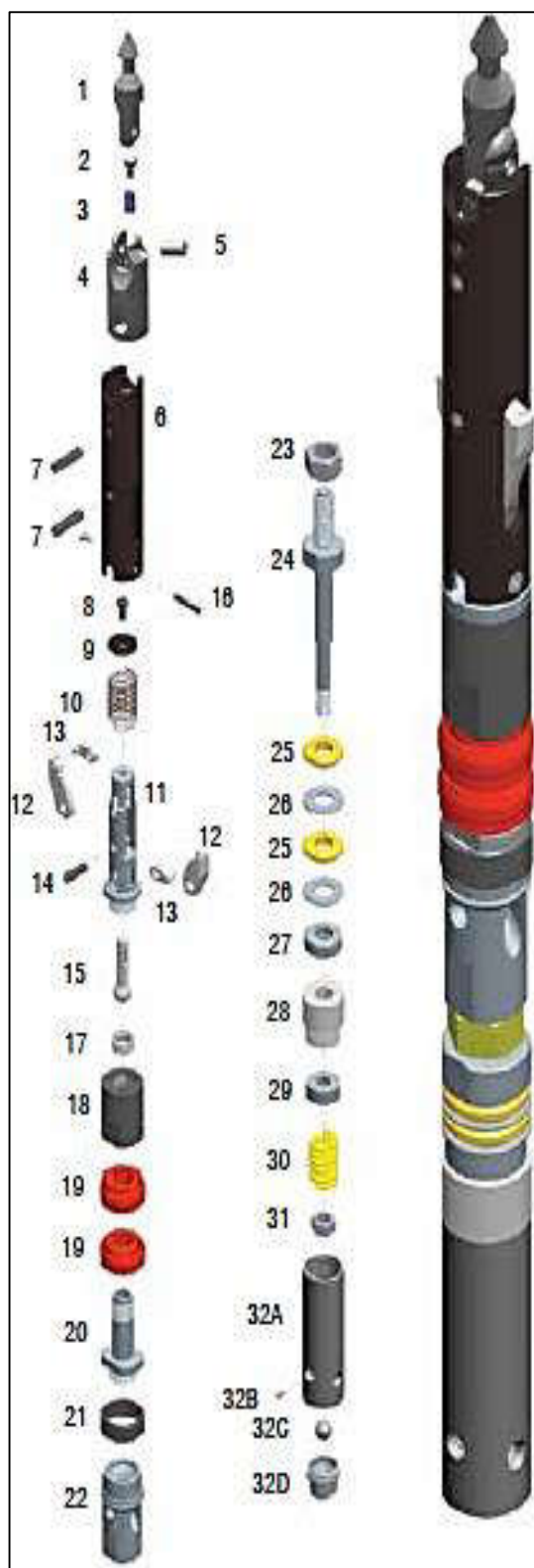


Figura 18. Head assembly (Cabezal)

Fuente: Compañía de tecnología minera Boart Longyear (2017), "Manual de operaciones y servicios"

2.3.5. Tipos de tuberías

2.3.5.1. Tubería exterior

Riquelme (2017) en su estudio “Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles, en las Actividades de Perforación Diamantina, basado en la Norma OHSAS 18001:2007 en la Unidad Minera Cerro Lindo”, asevera que son barras de acero que sirven para transmitir la presión y el empuje de rotación sobre la broca.

2.3.5.2. Tubería interior

La compañía de tecnología minera Boart Longyear (2013) indica que el tubo interior captura el testigo a mediado que avanza la perforación. Se puede ensamblar varios tubos interiores con acoplamiento o extensiones para admitir testigos más largos.

Riquelme (2017) explica que el tubo interior es un tubo acerado, también conocido como muestreador, que contiene al testigo o núcleo de perforación diamantina; el testigo pasa al tubo interior a través de un resorte que le permite la entrada y no la salida (Corelicter).

2.3.5.3. Reamer Shell r (Escariador)

La empresa Fordia (2015), en su “Manual Técnico” aclara que el escariador se coloca directamente detrás de la broca. Se emplea para mantener el diámetro adecuado en el pozo y estabilizar el tubo exterior.

Los escariadores se han elaborado con diamantes sintéticos y naturales de alta calidad incrustados en una matriz muy resistente. Cuentan con una protección adicional de carburo de tungsteno resistente a la fricción que maximiza la vida útil. Además, la superficie activa maximizada ayuda a limitar la desviación.

La Compañía minera Remicsa Drilling (2016), en el “Manual de mantenimiento” menciona que tiene como función principal rimar al pozo al diámetro específico de forma constante y correcta, y asegura la holgura adecuada para el barril del núcleo y la suficiente separación para la nueva broca que reemplaza a la anterior broca.

2.3.6. Brocas

La compañía Diamaco (2017) “Productos para minería y geotecnia” menciona que las brocas impregnadas se fabrican con matrices metálicas de características apropiadas para perforar en una gran variedad de formaciones. Para facilitar la elección adecuada al tipo de formaciones a perforar, y las matrices se clasifican en grupos tal como se indican en la tabla.

Tabla 6

Clasificación de matrices y tamaño de brocas

Grupo	Formaciones	
1,2,4	Suaves a medias y abrasivas o fracturadas	
6,7,8	Duras, abrasivas, no muy fracturadas	
7,8,9,10	Homogéneas no abrasivas, grupo de 8 a 10 para máquinas de baja potencia	
9,10,13	Extremadamente duras y no abrasivas	
Tamaño	Ø Exterior	Ø Interior
	pulg	pulg
	mm	mm
BQ	2.358	1.433
	59.900	36.400
NQ	2.985	1.874
	75.800	47.600
HQ	3.807	2.500
	96.700	63.500
PQ	4.803	3.343
	122.000	84.900

Fuente: (Diamaco, 2017) “Productos para minería y geotecnia”

Riquelme (2017) en su estudio “Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles, en las Actividades de Perforación Diamantina, basado en la Norma OHSAS 18001:2007 en la Unidad Minera Cerro Lindo”, indica que es conocida también como broca o cabezal diamantado, en cuya cara posee diamantes naturales y sintéticos, así como una aleación de diversos polvos metálicos de alta calidad, según sea el tipo de roca a perforar.

2.3.7. Tipos de brocas

2.3.7.1. Coronas incrustadas o insertadas

Riquelme (2017), menciona que las coronas llevan sobre la superficie de la matriz una capa de diamantes insertados. Su campo de aplicación es en formaciones blandas y semiduras.

2.3.7.2. Coronas impregnadas de series

Riquelme (2017), aclara que la matriz de estas coronas se compone de una aleación de diversos polvos metálicos con diamantes sintéticos de alta calidad y refuerzo de Carburo de Tungsteno. Las diferentes combinaciones de cantidad y tipos de polvos metálicos, como cantidad y tamaño de diamantes, dan origen a las diferentes series de coronas recomendadas para los diversos tipos de terrenos a perforar. Las coronas de serie están codificadas numéricamente del dos al trece mientras más duro es el tipo de

roca, mayor es la serie, es decir, serie trece para rocas muy duras y series dos o cuatro para las formaciones más blandas y abrasivas.

2.3.8. Fluidos de perforación

Don (2013) en su artículo “Fundamentos de los fluidos de perforación” define que los fluidos de perforación controlan presiones de formaciones, remueven los recortes del pozo, sellan las formaciones permeables encontradas durante la perforación, enfrían y lubrican la barrena, transmiten la energía hidráulica a las herramientas de fondo de pozo y a la barrena y, quizás lo más importante, mantienen la estabilidad y el control del pozo. Bustillo, Manuel, y otros (2001) en el “Manual de sondeos-Aplicaciones”, mencionan que los fluidos de perforación cumplen, pues, las dos misiones básicas de refrigerar las coronas y expulsar al exterior las partículas que resultan de la destrucción de la roca. El fluido es inyectado por una bomba, a través de la giratoria de inyección, en el varillaje hasta el útil de perforación. Al llegar al fondo del sondeo cambia de sentido de circulación y asciende por el espacio anular entre la pared del sondeo y el tren de perforación, arrastrando los detritos que se producen durante el avance.

Gómez, y otros (2009) en su artículo “Determinación de la viscosidad y su incertidumbre en fluidos de perforación usados en la construcción de pozos geotérmicos: aplicación en el campo de Los Humeros, Puebla, México” indica que la evaluación de los fluidos de perforación se lleva a cabo mediante estudios de geología, en donde se busca determinar el comportamiento de la viscosidad y su estabilidad con la temperatura.

2.3.9. Propiedades de los fluidos de perforación

López, y otros (2000) en el “Manual de sondeos y tecnología de perforación” aclaran que cada operación de perforación depende muy estrechada mente de las propiedades de los fluidos que se utilicen. En este epígrafe se estudia los procedimientos de campo que se usan habitualmente para evaluar los fluidos de perforación, a través de algunas de su propiedad y que son fundamentalmente las siguientes.

2.3.9.1. Densidad

López, y otros (2000) menciona que la densidad juega un papel importante en la perforación de taladros, si la densidad es alta la presión hidrostática será elevada, evitando el desprendimiento de las paredes y la infiltración hacia el hueco de sustancias fluidas contenidas en la formación y además se favorece la ascensión de los detritos.

2.3.9.2. Viscosidad

Chumpitaz (2007) en su estudio “Estudio geotécnico y geognóstico del subsuelo mediante perforación diamantina” aclara que la viscosidad es la resistencia que ofrece el fluido al ser bombeado o al fluir. Para extraer los pozos los ripios producidos durante la perforación, es necesario contar con un límite mínimo de viscosidad para la velocidad de circulación del lodo.

López, y otros (2000) en el “Manual de sondeos y tecnología de perforación” indica que la viscosidad es el proceso de limpieza del fondo de la columna de taladros, conforme se forma los detritos, se influye que es más fácil con fluidos pocos espesos que crean una gran turbulencia que con fluidos más viscosos que tienden a circular más lentamente.

2.3.9.3. Contenido de arena

López, y otros (2000) explica que el contenido de arena son partículas sólidas en suspensión en el fluido tienen gran influencia en su comportamiento desde el punto de vista de la colmatación, filtrado y formación de costras. La presencia de arenas aumenta la abrasión sobre elementos mecánicos y riesgos de sedimentación en fondo del sondeo.

2.3.9.4. Propiedades de filtro

López, y otros (2000) alude que las propiedades de filtración de un fluido de perforación es una medida de disponibilidad de componentes sólidos de dicho fluido para formar una costra cake de reducido espesor y baja permeabilidad que reviste paredes del sondeo.

2.3.9.5. PH

Chumpitaz (2007) define al pH como el grado de acidez o alcalinidad del lodo es indicado por la concentración del ion hidrógeno; que se expresa comúnmente en términos de pH. La medida de pH se realiza como una ayuda en la determinación del control químico del lodo, así como indicador de sustancias contaminantes en el lodo, tales como cemento, yeso, etc.

2.3.10. Funciones del fluido de perforación

López, y otros (2000) comentan históricamente, la primera función de los fluidos de perforación fue la de servir de vehículo de transporte de los detritos el fondo de los sondeos. Las funciones principales que realizan los fluidos de perforación se pueden resumir en lo siguiente:

- Evacuar los detritos desde el fondo del sonde hasta la superficie.

- Refrigerar y limpiar el trepano de perforación.
- Reducir la fricción entre la sarta y la pared del sondeo.
- Mantener la estabilidad de los tramos no entubados de los sondeos.
- Prevenir la afluencia de fluidos petróleo, gas o agua cuando se atraviesan formaciones permeables.

2.3.11. Parámetros de operación o variables de perforación

Barreto (2018) en su estudio “Supervisión, identificación de peligros y evaluación de riesgos operacionales en el control de los procesos de sondaje diamantino E. E. Redrilsa S.A.C. Mina Constancia” define que el control de los parámetros se realiza a través de los instrumentos del tablero de comando de la sonda, verificando que todos ellos estén correctamente conectados, de modo de tomar las lecturas en forma correcta. En síntesis, se deben registrar las lecturas del tacómetro, Flujómetro o medidor de caudal. Luego verificar la velocidad de penetración de la corona, para lograr una perforación eficiente y productiva, se verifican nuevamente los parámetros de velocidad de penetración y RPM, los cuales deben estar en el rango 200 a 250 RPI.

2.3.11.1. Velocidad de rotación

López, y otros (2000) en el “Manual de sondeos y tecnología de perforación”, mencionan que se puede afirmarse que cuanto mayor es la velocidad de rotación mayor es a velación de avance.

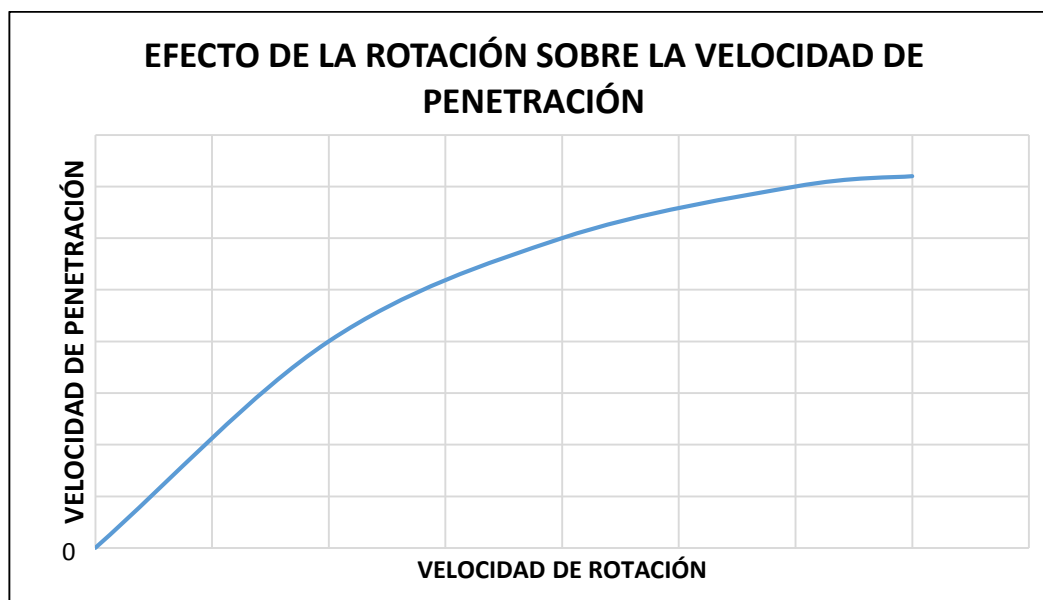


Figura 19. Efecto de la velocidad de rotación sobre la velocidad de penetración

Fuente: Fuente: (López, y otros, 2000) “Manual de sondeos y tecnología de perforación”

El límite de velocidad de rotación está fijado por el desgaste de los cojinetes, que aún vez dependen del empuje de la limpieza del barreno y de la temperatura.

2.3.11.2. Empuje sobre la broca

López, y otros (2000) definen que el empuje aplicado sobre la broca debe ser suficiente para superar la resistencia compresión de la roca, pero no debe ser excesivo para evitar fallos prematuros o anormales de la broca.

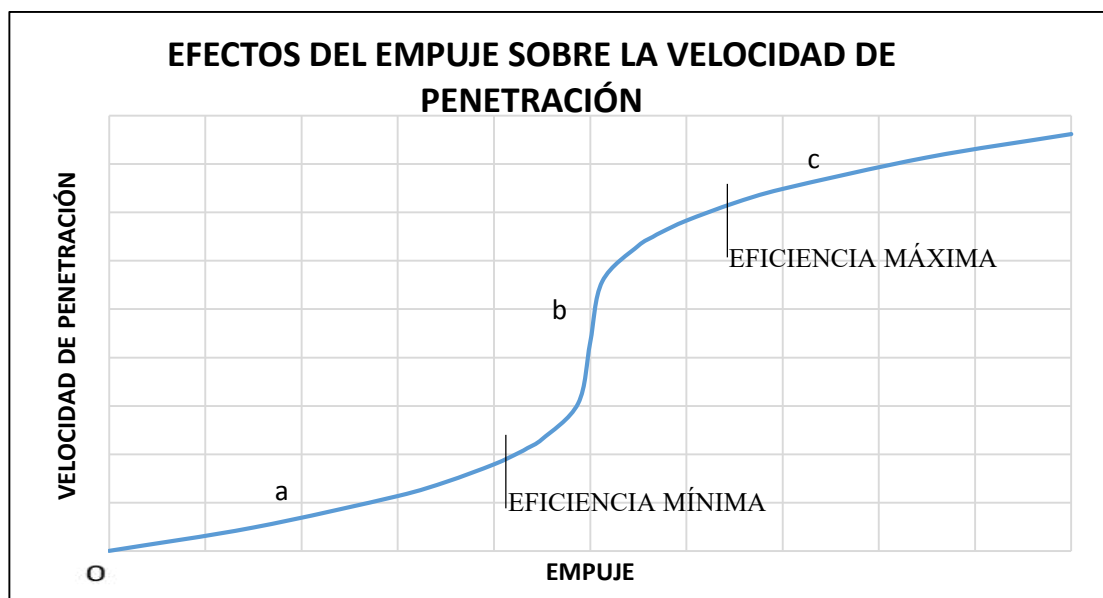


Figura 20. Efectos del empuje sobre la velocidad de penetración.

Fuente: (López, y otros, 2000) “Manual de sondeos y tecnología de perforación”

2.3.11.3. Diámetro de perforación

López, y otros (2000) indican que el diámetro puede variar desde un simple barreno de 22 mm hasta verdaderos pozos de gran diámetro, la siguiente figura refleja como la velocidad de penetración obtenida con empuje y velocidad de rotación constantes es proporcional al inverso del diámetro de perforación al cuadrado.

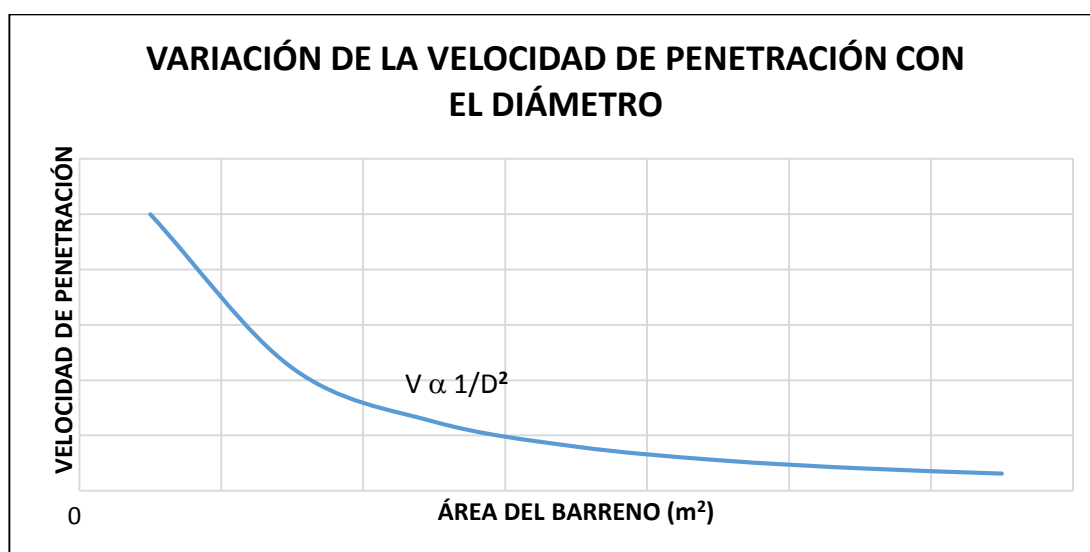


Figura 21. Variación de la velocidad de penetración con el diámetro

Fuente: (López, y otros, 2000) “Manual de sondeos y tecnología de perforación”

2.3.11.4. Desgaste de broca

Garay (2014) en su investigación “ Análisis de vías de agua de brocas de perforación diamantina mediante simulación numérica” explica que en un menor desgaste de la broca permite mayores metrajes de perforación, lo cual implica una reducción en el tiempo muerto de la máquina, pues el intercambio de brocas usadas y nuevas se realizará con menor frecuencia dentro de una jornada laboral, lo cual en consecuencia proporciona mayor eficiencia durante la perforación de pozos.

2.3.11.5. Velocidad del fluido

López, y otros (2000) en el “Manual de sondeos y tecnología de perforación” definen que la velocidad del fluido es otra variable crítica al optimizar la eficiencia de perforación. El fluido debe enfriar efectivamente la corona y remover los recortes de la perforación a través del espacio anular en la forma más eficiente posible.

El caudal del fluido debe producir una adecuada velocidad de transporte de los detritus, ya que si es insuficiente se produce una disminución de velocidad de penetración, para un empuje igual, por remolienda de las partículas arrancadas. Por cual la fórmula para la determinación aproximada del caudal es.

$$Qa = 24 * D^{3/2} \quad \text{ecu. 1}$$

Donde:

Qa: Caudal de agua (m^3/min)

D: Diámetro del barreno (m)

2.3.11.6. Velocidad de penetración

López, y otros (2000) definen que la velocidad de penetración depende de muchos factores externos: características geológicas propiedades físicas de la roca, distribución de tenciones y estructura interna esto hace que la determinación de la velocidad de penetración durante el desarrollo de un proyecto sea una tarea difícil para el ingeniero proyectista.

2.4. Recuperación de tuberías atascadas



Figura 22. Operadores y ayudantes en la perforación

Fuente: Empresa Remicsa Drilling S.A.

Lambert (2009) en el libro “Pega y Pesca de Tubería de Pozos” refiere que el sistema de perforación “Diamantina” (DDH) permite obtener una muestra geológica precisa y representativa del medio geológico, mediante la extracción de un testigo continuo de roca cilíndrico para su posterior caracterización, análisis químico y pruebas metalúrgicas.

Este proceso de perforación, requiere de una sarta de perforación, que transmite el torque suministrado en la superficie para rotar la mecha, y proporciona el peso necesario para perforar la formación.

Cuando la columna de perforación ya no es libre para moverse hacia arriba, abajo, o girar como el perforador quiere, la tubería está atascada. La pega de la tubería en las paredes de la formación puede ocurrir durante la perforación, cuando se realiza una conexión, cuando se corren registros, o durante cualquier operación que involucre dejar la tubería en el pozo. Se puede definir:

MO. Sobre tensión máxima: La máxima fuerza que la cabria, el sistema de elevación o la tubería de perforación pueden soportar, escogiendo la mínima fuerza

BF, fricción de fondo: La cantidad de fuerza de fricción creada por las fuerzas laterales del pozo.

FBHA La fuerza ejercida el ensamblaje de fondo por el mecanismo de pega en el BHA

La tubería de perforación está atascada si $BF+FBHA > MO$, es decir si la fricción de fondo más la fuerza ejercida el ensamblaje de fondo es mayor a la máxima fuerza que el sistema de elevación puede soportar.

2.4.1. Causas del atascamiento de tubería

Según el “Manual del perforista” de la empresa Diamantina Christensen (2019), algunas causas del atascamiento de tubería son:

2.4.1.1. Ojo de llave

“Se forma cuando la tubería al estar en tensión y rotación va socavando la pared del pozo cuyo diámetro es aproximado al de la tubería, casi siempre termina en derrumbe” (Diamantina Christensen, 2019 pág. 44).

2.4.1.2. Pegada por presión hidrostática

“Ocurre generalmente en pozos profundos donde la presión del lodo empuja la tubería hacia la formación más permeable formando una costra gruesa que impide luego el movimiento de la columna perforadora” (Diamantina Christensen, 2019 pág. 44).

2.4.1.3. Anillos o cuellos de arcilla

“Se reconoce porque sube la presión de la bomba de lodo, la tubería baja, pero sube con bastante dificultad, el retorno disminuye” (Diamantina Christensen, 2019 pág. 45).

2.4.1.4. Atascamiento por derrumbes

“Es el peor de los casos de atascamiento. En muchas situaciones hace perder completamente el pozo. Generalmente, sucede por no mantener buenas propiedades del lodo para suspender los recortes y evitar que se acumulen en el fondo del pozo” (Diamantina Christensen, 2019 pág. 45)

2.4.1.5. Altos torques

“El uso de lubricantes para disminuir el torque, se justifica más cuando el torque lo origina la geometría del pozo, o sea, desviaciones y hoyos reducidos por hinchamiento de arcillas; un torque originado por un cambio de formación al perforar se controla cambiando los parámetros de perforación como; revoluciones por minuto, peso sobre la corona y cambio de mezcla de lodo”(Diamantina Christensen, 2019 pág. 45).

2.4.1.6. Atasque de la sarta

López, y otros (2000) en el “Manual de sondeos y tecnología de perforación” indica que los atasques de la sarta durante la perforación tienen lugar cuando esta no puede extraerse descender o girar dentro del sondeo. Estos problemas son costosos de resolver y provocan serios inconvenientes a la marcha de la perforación. Además de las pérdidas de tiempo que se produce, el empleo de herramientas adecuadas de servicios especiales

o de lodos acondicionados para liberar la sarta constituyen una fuente de gastos importantes.

2.4.1.7. Pérdidas de retornos del agua

Aunque muchas veces es imposible conseguir un retorno total, lo importante es tratar siempre de mantener un nivel considerable de lodo en el pozo que nos permita seguir perforando, para ello se debe de tomar en cuenta de los siguientes.

Caudal, presión, potencia, colapso de sondeos

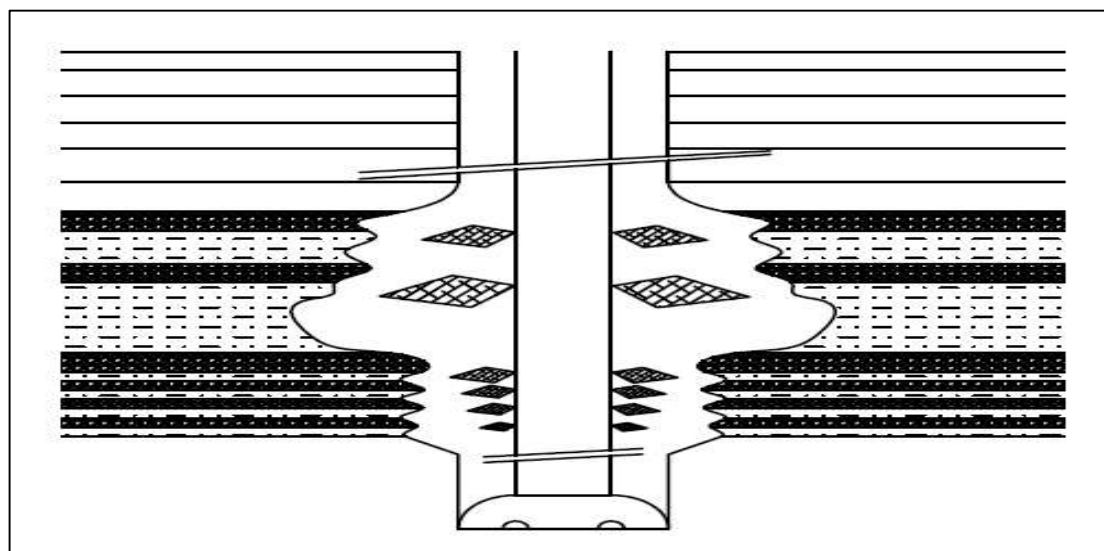


Figura 23. Colapso parcial de la sarta por desprendimiento de material rocoso de las paredes del sondeo

Fuente (López, y otros, 2000) “Manual de sondeos y tecnología de perforación”

2.4.2. Mecanismos de pega de tubería y sus causas

Inmediatamente luego de que la tubería ha quedado atascada es sumamente importante establecer el mecanismo o mecanismos que están causando la pega de la misma con el propósito de proceder con la mejor técnica de liberación. Quedando entendido que el mecanismo es la fuerza mecánica que pega la Sarta de perforación en el hoyo y las Causas son las condiciones responsables por el mecanismo de pega.

Según Lambert (2009) en el libro “Pega y Pesca de Tubería de Pozos”, los mecanismos de pega se dividen básicamente en:

2.4.2.1. Pega mecánica

Producto de las partes mecánicas que se bajan al hueco, tuberías colapsadas, rotura y caída de tubería, empaques, etc. hay que cuidar la caída de objetos dentro del pozo y revisar los componentes de herramientas y equipos en superficie.

2.4.2.2. Pega por diferencial de presión

Muchos trabajos de pesca son causados por pegas diferenciales, que se producen cuando se encuentran formaciones permeables en donde la presión hidrostática ejercida por el lodo supera la de la formación, ocasionando un efecto de diferencia de presión entre el anular y la formación que pega la sarta; también cuando se crea una torta gruesa por el secuestro del agua asociada al lodo, afirmando la pega.

En el proceso de recuperación de tuberías, la empresa Remicsa Drilling S.A. en la Unidad Minera Raura S.A. destaca tres procesos importantes:

- Extracción de tubería
- Desembonado y embonado de tubería
- Traslado de tubería al caballete

2.5. Implicancias económicas

Según Novales (2011), en su estudio “Crecimiento Económico, Desigualdad y Pobreza”, se entiende como implicancias las consecuencias o afectaciones derivadas de una actividad, pudiendo ser estas de carácter social, cultural y económico.

Las implicancias económicas, se entienden como todas aquellas consecuencias reflejadas en valores económicos, dentro de las implicancias económicas del proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH).

A. Costos de recuperación

- a. Costo de recursos materiales usados en el proceso de recuperación
 - Costo de equipos y herramientas
 - Costos de otros recursos materiales
- b. Costo de insumos usados en el proceso de recuperación
- c. Costos de aditivos, etc.)
- d. Costo de recursos humanos empleados en el proceso de recuperación

B. Costo de la mano de obra

C. Otros costos (Servicios, agua, luz, etc.)

D. Beneficios económicos de la recuperación

2.6. Definición de términos

a) Barrido

Marinovic (2015) en su “Estudio comparativo de Giroscopios y su Aplicación para el Registro de la Trayectoria de Taladros en Exploraciones Geológicas, Yanacocha, Perú” define que el fluido de barrido, permite extraer el detrito del fondo del pozo.

b) Azimut

Ángulo que con el meridiano forma el círculo vertical que pasa por un punto de la esfera celeste o del globo terráqueo. Lo más usual es medir el azimut desde el Norte (Sea verdadero, magnético o arbitrario), pero a veces se usa el Sur como referencia, varían desde 0° hasta 360° y no se requiere indicar el cuadrante que ocupa la línea observada. (Marinovic, 2015)

c) Buzamiento

Marinovic (2015) explica que el buzamiento es la inclinación de un filón o de una capa del terreno. Ángulo con respecto al horizonte sobre el plano de la fractura.

d) Ambiente de trabajo

Barreto (2018) en su estudio “Supervisión, identificación de peligros y evaluación de riesgos operacionales en el control de los procesos de sondaje diamantino E. E. Redrilsa S.A.C. Mina Constancia” define al ambiente de trabajo que es el conjunto de condiciones que rodean a la persona que trabaja y que, directa o indirectamente, influye en la salud y vida del trabajador.

e) Incidente

Barreto (2018) define que el incidente es un acontecimiento no deseado, que bajo circunstancias ligeramente diferentes, podría haber resultado en lesiones a las personas, daño a la propiedad o pérdida en el proceso.

f) Actos inseguros o sub estándar

Barreto (2018) menciona que entendemos como actos inseguros, toda violación de normas o procedimiento previamente establecidos, comúnmente aceptado y relacionado con un acto humano y que puede ocasionar o ha ocasionado un accidente de trabajo.

CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Definición de variable

Deza, y otros (2012) en su libro “Metodología de la investigación científica” mencionan que la variable es la propiedad, hecho o fenómeno, que es susceptible de medirse.

En el presente estudio se tiene las siguientes variables:

Variable independiente: Recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH)

Variable dependiente: Implicancias económicas

3.2. Operacionalización de variables

Tabla 7

Operacionalización de la variable Recuperación de tuberías atascadas

Variables	Indicadores	Índices
1. Recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH)	Cantidad de tuberías atascadas recuperadas en el proceso de:	Unidades
	1.1. Extracción de tubería	unidades
	Parámetros de operación de los procesos	- Kg
		- Lt
	a. Accesorios de recuperación	- Kg
	b. Uso de aditivos	- Kg
	- CR – 650	hrs
	- Eze trol	hrs
	- Water treatment “pH”	
	- Bentonita	
	1.2. Desembonado y embonado de tubería	
	1.3. Traslado de tubería al caballete	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.

Operacionalización de la variable Implicancias económicas.

Variables	Indicadores	Índices
1. Implicancias económicas	1.1. Costos de recuperación	- TOTAL S/.13'880.9
	a. Costo de recursos materiales usados en el proceso de recuperación.	- RECURSOS MATERIALES S/.11'598.2
	- Costos de equipos y herramientas	
	- Costos de otros recursos materiales	
	b. Costo de insumos usados en el proceso de recuperación	- (INSUMOS) Aditivos en el proceso de recuperación
	- Costos de aditivos, etc.)	S/.304.1
	c. Costo de recursos humanos empleados en el proceso de recuperación	- RECURSOS HUMANOS S/. 978.6
	- Costo de la mano de obra	
	d. Otros costos (Servicios, agua, luz)	- GASTOS ADMINISTRATIVOS Y SERVICIOS S/. 1000
		Unidades monetarias en soles
	1.2. Beneficios económicos de la recuperación	S/.50'835
	- Valor del material recuperado	

Fuente: Elaboración propia

3.3. Hipótesis de la investigación

3.3.1. Hipótesis general

Las implicancias económicas de incurrir en un atascamiento y por consiguiente un proceso de recuperación, son principalmente negativas, ya que, aunque se logre recuperar parte del material, los ingresos y ganancias que se hubiesen obtenido sin el atascamiento se llegan a perder.

3.3.2. Hipótesis específicas

- El proceso de recuperación, se realizó con la cortadora ademes, que requirió la participación de trabajadores y el uso de recursos materiales, insumos y otros.
- La valorización de los costos de recuperación de tuberías, supone un costo de mano de obra, recursos materiales, insumos y otros, así como la valorización del material perdido y un descuento por presentarse el atascamiento de tuberías.
- En cuanto a los beneficios económicos, los materiales recuperados minimizan los costos de reposición por alquiler.

3.4. Tipo y diseño de investigación

3.4.1. Tipo

Descriptivo, ya que, se describieron los parámetros del proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling S.A. en la Unidad Minera Raura S.A., además de eso se explica las implicancias económicas de este proceso.

3.4.2. Diseño

Fue de carácter no experimental longitudinal, ya que, abarcó toda la información recolectada antes, durante y después del proceso de perforación y recuperación de tuberías.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Se tomó en cuenta como universo poblacional a la Unidad Minera Raura, donde se realizaron los trabajos de perforación diamantina.

3.5.2. Muestra

Se consideró como muestra la recuperación de tuberías bloqueadas en taladros de perforación diamantina en la bocamina de Catuva en el nivel 200 de la maquina LM 75 – 23, y los respectivos registros y documentos sobre el proceso de recuperación de tuberías.

3.5.2.1. Técnica de muestreo

La técnica de muestreo que se empleó fue por conveniencia, ya que se estudió solo el área donde se realizó la recuperación de tuberías, bocamina de Catuva en el nivel 200 de la maquina LM 75 – 23.

3.6. Procedimiento de la investigación

Primero: Se identificó y se analizó el problema de las implicaciones económicas en la recuperación de tuberías, se identificó las causas y consecuencias de este problema.

Segundo: Se identificó el proceso de recuperación de tuberías y se tomó registro de todos los datos y parámetros de operación propios del proceso.

Tercero: Se analizaron y calcularon los costos y valorizaciones correspondientes, se realizó el análisis de resultados, se respondieron a los objetivos planteados y se plantaron las respectivas recomendaciones.

3.6.1. Procesamiento y análisis de datos

- Primero, se recolectó los datos de los reportes y documentos del proceso de perforación y recuperación de tuberías en las fichas de recolección de datos.
- Posteriormente se organizó en el programa Microsoft Excel, la información respecto a los parámetros y al proceso de perforación
- Se realizaron los cálculos de costos y beneficios económicos correspondientes en el programa Microsoft Excel

3.7. Materiales de investigación

Los primeros procedimientos y material a usar contemplan la revisión bibliográfica y la investigación de antecedentes dentro de la Unidad Minera Raura y otros proyectos mineros a ello se considera los siguientes puntos:

- Reportes diarios de perforación diamantina
- Reportes del área de geología
- Reportes del área de producción
- Revisiones bibliográficas.

3.7.1. Técnicas de la investigación

Las técnicas usadas en la presente investigación son la observación y el análisis documental.

3.7.2. Instrumento de investigación

Los instrumentos empleados en la investigación fueron:

- La ficha de recolección de datos, el cual considera la información necesaria para definición los parámetros de perforación, preparativo de los aditivos, costos y beneficios del proceso de recuperación de tuberías.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Descripción de los resultados

El Proyecto Minero Raura, es uno de los más grandes Proyectos que desarrolla la empresa Remicsa Drilling S.A., las actividades corresponden a la exploración minera mediante perforación diamantina, la ubicación de esta actividad se observa en el Anexo 2.

Sin embargo, en este proceso de perforación se presentó el problema de atascamiento de tuberías y consecuentemente se realizó el proceso de recuperación de tuberías.

Previo a la descripción del proceso de recuperación de tuberías, se describirá las características del proceso de perforación donde se produjo el atascamiento.

Número de sondeo (Código de identificación) SONDEO: DDH-U-RAE-18-073 (Ver Anexo 4)

Ubicación. Unidad Minera Raura - CM-903

Nivel: 200

Coordenadas.

- Norte: (8842825) N
- Este: (309250) E

Altitud: 4 230 m sobre el nivel del mar.

Rumbo:

- Ángulo de perforación (Azimut): 178
- Inclinación -16

Fecha de comienzo del sondeo: 01/06/2018

Fecha de finalización del sondeo: 25/06/2018

Empresa perforista: Remicsa Drilling S.A.

Perforista: Zuñiga, Rolando

Ayudante 1 y 2: Huisa Egoavil, Michel

Leandro Villarreal, Noel

Datos de la máquina empleada:

- Máquina: LM-75-23
- Marca: Formula
- Rendimiento de Máquina por hora: 3.40 m/h
- Taladro: DDH-U-RAE-18-073
- Broca: 33928
- Marca: Formula
- SHELL N° 11924024
- Consumo de aditivos de la Máquina LM-75-23

Producto	Unidades
Cr 650 x 15 Kg - DD 2000 x 18 kg (Polímero)	14 Caj
Aus-Gel Xtra Bentonita x 50 Libras Nueva Form X54 Bol	22 Bol
PH COMMAND x 5gl (18 Kg aprox.) (Water Treatment x 12 Kg)	5 Bal
Super Lube X 20lt - Torqueles x 56l	3 Bid
Ezze Trol – 12Kg/ Hibtrol - Austrol 15kg	2 Bal

Equipo de análisis de agua: test de PH

Sistema de perforación y condiciones de trabajo:

- Método de perforación: Rotación
- Condiciones de trabajo:

Las condiciones en cuanto a ventilación, abastecimiento de energía, agua y luz fueron óptimas, se trabajó en tres guardias.

Características geomecánicas:

Clasificación: Regular (Tipo IIIA) RMR:50

Geomecánica del macizo rocoso: GSI=MF/R Q=1.95(Ver Anexo 5)

Tipo de sostenimiento: Malla + Split Set

Sección de la cámara: 7.79 m * 6.53 m

Observaciones del proceso:

La perforación se inicia con tubería HQ hasta los primeros 319.05 m. y posteriormente se cambió línea con NQ. Durante el turno de la noche en la segunda quincena del mes de junio, a 332.95 m. de profundidad se produjo un atrapamiento en la Línea NQ, la perforación atravesó los tipos de roca endosk, clz, int, svol y se atascó en el tipo de roca SVO, en el lapso de tres días se logró recuperar las tuberías atascadas, pero se perdió una tubería más el barel (En el barel se perdió la broca, el remishel, entre otros). Y se inició un nuevo proceso de perforación.

Proyecto cliente / programa de perforación: BROWN FIELD – MINA

Resumen del proceso

Perforación Brown Field Mina

a) Programa Mes de junio 2018: 500 m.

- Maquinas incluidas en el programa:

1. LM-75-23

b) Programa Ejecutado Junio. 332.95 m. / Cumplimiento al 66.6%

4.1.1. Secuencia del proceso de perforación diamantina

4.1.1.1. Evaluación de la cámara

Antes de iniciar las labores el personal realizó el monitoreo de gases, con el equipo detector de gases, que se encendió en superficie, para verificar el buen funcionamiento del mismo, luego se inició la toma de las muestras en la cámara CM-903 NV. 200 y cerca del taladro de perforación.

Después de asegurar que no se excedían los límites máximos permisibles se prosiguió con los trabajos colocando las mediciones en el formato de monitoreo de gases (Ver Anexo 9), asimismo se verificó que el sostenimiento se haya efectuado según recomendación geomecánica.

Para poder empezar el trabajo, los colaboradores completan sus herramientas de gestión al inicio de toda actividad (IPERC continuo, orden de trabajo, check list, etc.) (Ver Anexo 10)

Por otro lado, la cámara contó con sus respectivas pozas de sedimentación (1.5*1.5*1) y cunetas para un mejor drenaje y remoción del detritus.

Al ingreso de cada cámara se instaló un panel informativo en el cual se publicó la política de CIA y la empresa Remicsa Drilling S.A., los PETS estándares, proyecto de perforación y otros documentos informativos importantes, el ingreso a la cámara estuvo debidamente cerrado con dos soguillas y letreros (Amarillo y rojo), el rojo para el bloqueo del personal ajeno al trabajo y cuando el personal se retira y es cambio de turno, el de color amarillo cuando el personal ingresa a trabajar y se encuentra en la cámara.

Desatado de rocas: Primeramente, se evalúan e identifican las fracturas en el macizo rocoso verificando la corona y los hastiales, este trabajo se realiza entre dos personas, ya que un trabajador alumbra y el otro desata y así alternan el trabajo.

Realizando las observaciones seleccionan la barretilla de longitud adecuada de acuerdo a la sección de labor (Juego de Barretillas de 4',6',8',10' y 12' de longitud), posteriormente ingresa golpeando el techo y hastiales, para reconocer la condición de la

roca, si el sonido es agudo la roca está firme y si el sonido es grave, indica que la roca esta suelta requiere desate.

El personal desata la roca suelta en posición de cazador formando un ángulo de 45° ingresando en avanzada desatando en forma minuciosa, verificando que el suelo este nivelado sin obstáculos, en los casos en que la corona de la labor estuvo muy elevada y superaba los 4 m, se dio aviso inmediatamente al supervisor de turno, quien reportó a la gerencia de geología de Raura para la evaluación de la calidad del macizo rocoso, previa coordinación con los departamentos de geología, geomecánica y seguridad, los cuales determinaron el tipo de sostenimiento a emplear y a la vez solicitaron el mapeo geomecánico de la cámara DDH.

La cámara de perforación CM-903 NV 200 se ubicó en una galería, la cual contó con todas las condiciones de seguridad y los estándares establecidos para las cámaras de perforación (LM 75), se aseguró que no se ubicará bajo cuadros o cimbras ya que por la vibración de la maquina se generaría desestabilidad al respectivo sostenimiento.

La cámara de perforación diamantina estuvo previamente sostenida con shotcrete, de acuerdo a la recomendación geomecánica, y se verificó que no estuviese cargada con trozos de bloques de roca.

Luego de preparar la cámara se procedió con el marcado de los puntos de perforación siendo el único responsable del marcado, el área de Geología y de Topografía, verificando que las dimensiones de la cámara estén elaboradas de acuerdo al estándar, las cual se muestran a continuación:

Tabla 9

Dimensiones estándar de la cámara LM 75.

CÁMARA LM 75			Acceso libre a la cámara		
Long	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
5 m.	5 m.	5 m.	15 m.	4 m.	4 m.

Fuente: (López, y otros, 2000)“Manual de sondeos y tecnología de perforación”

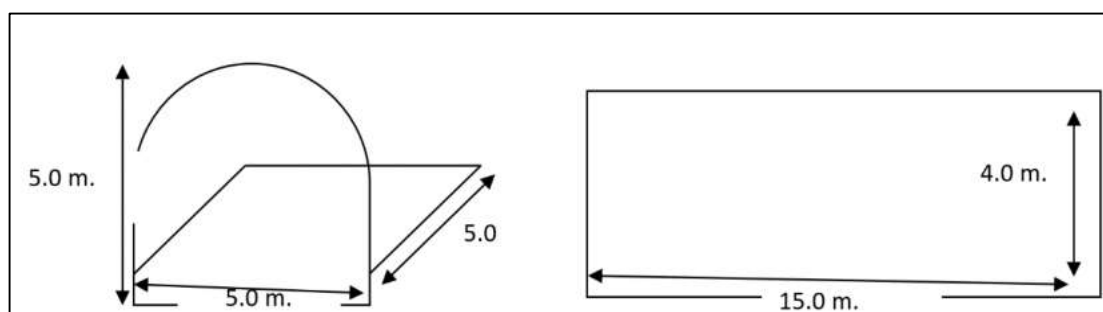


Figura 24. Dimensiones estándar de la cámara LM 75

Fuente: (López, y otros, 2000)“Manual de sondeos y tecnología de perforación”

Tabla 10

Dimensiones de la cámara LM 75.

CÁMARA LM 75			Acceso libre a la cámara		
Long	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
5 m.	7.79 m.	6.53 m.	15 m.	4 m.	4 m.

Fuente: Empresa Remicsa Drilling S.A. (2018)

4.1.1.2. Traslado de equipo y accesorios diamantinos

La supervisión de REDRILSA coordinó los trabajos en el reparto de guardia con el jefe de mina en el cual solicitó el apoyo del equipo Scooptram para el traslado de los componentes más pesados de la máquina (Unidad de rotación y unidad de poder).

Para la realización de esta actividad contó con:

- 1 perforista
- 2 auxiliares
- 1 supervisor
- 1 ingeniero inspector de Seguridad
- 1 conductor de camioneta para el traslado de la Máquina perforadora.

Para trasladar la máquina diamantina se verificó que estaba completamente desinstalada y desenergizada, luego el operador del Scooptram posicionó el lampón bajo la máquina para poder subirla con tablonés y al finalizar asegurar con cable wire line o eslinga hacia el lampón, por otra parte el supervisor de la empresa Remicsa Drilling S.A. dio por presente la difusión del PETS al operador de Scooptram para dar inicio con el traslado y al ser trasladado con el Scoop de un nivel a otro, el traslado fue escoltado por una camioneta de manera obligatoria.

Posteriormente el perforista dio la orden al operador de equipo pesado para que encienda su equipo y empiece con el traslado lento y seguro.

El operador del Scooptram procedió a trasladar la máquina hacia la cámara de perforación, con una camioneta que fue delante del Scooptram para servir como escolta, cada uno tomando su debida distancia para evitar congestionar los vehículos. Y a la vez el supervisor de operaciones comunicó de forma radial el inicio del traslado indicando claramente el punto de partida, la ruta que tomará y el punto final donde terminará dicho traslado.

El supervisor de operaciones verificó por tramos (Según su criterio o estado de la vía) el estado de la carga que se encuentra en el lampón del Scooptram para evitar posibles incidentes.

Ya estando en la nueva cámara diamantina, el operador del Scooptram bajó el lampón para hacer la descarga de la unidad de rotación y la unidad de poder a nivel del piso, apagó dicho equipo y procedió a desatar y descargar la máquina con presencia permanente del supervisor y del inspector de seguridad.

4.1.1.3. Instalación de energía, agua y aire

La cámara contó con los taladros de servicio para la colocación de las alcayatas respectivas para la instalación de la red de agua, aire y energía eléctrica, además para la colocación del tablero eléctrico y el anclaje del guinche wire line, así como también con pantallas luminarias en número de 6 a más (De acuerdo lo amerite la cámara) fluorescente dobles de 40W, para una adecuada iluminación.

La caja breaker se instaló y fue energizada con su respectiva línea de puesta a tierra, cuando se presentó cualquier dificultad en la red de alimentación de la energía se comunicó al encargado del área de mina, de la misma manera para la instalación de la ventilación, la cual se verificó que era adecuada desde los accesos hacia la cámara y que presentará la supervisión de Remicsa Drilling S.A.

4.1.1.4. Instalación y posicionamiento del equipo y accesorios

Una vez marcado los puntos de perforación por el topógrafo en la cámara, el supervisor y el ayudante apoyaron en la ubicación de la unidad de poder, bomba de lodos y panel de control, luego realizaron las instalaciones eléctricas, hidráulicas y de servicios, y verificaron la maquina en vacío y que todas las mangueras hidráulicas se encuentren bien instaladas.

Para el movimiento de la maquina se utilizó tablas de madera de 1 metro y de 1.5 metros, el ayudante ubicó la tabla en la parte delantera y/o posterior del bastidor de acuerdo a la coordinación con el perforista. Una vez colocado la tabla el ayudante se retira a una distancia prudente para realizar el movimiento del equipo con la ayuda del pistón de levante para colocar los durmientes (2) debajo del skip de la máquina. Una vez sentada la máquina se verificó el nivel, con un nivel de mano y luego se procedió a dar el rumbo y azimut según el proyecto (Punto topográfico marcado).

El anclado de la máquina se realizó con el barel de 5 pies de las líneas NQ, según el diámetro de perno de anclaje, una vez perforado se retiró el barel con el Shell y la broca hacia el caballete para quitar toda la muestra del barel.

4.1.1.5. Estandarización de la cámara

Una vez instalada la máquina se procedió a realizar el entablado de la cámara el cual quedó clavada en su base.

Todos los equipos y componentes de la cámara, así como la caja térmica quedaron estandarizados, codificados y señalizados de acuerdo al código de colores; los desechos que se generen serán depositados en los depósitos temporales para ser trasladados a superficie. y los componentes que causaban derrame se colocaron en una bandeja de geomembrana o metálica con sus respectivos paños absorbentes. (Ver anexo 7)

4.1.1.6. Perforación diamantina

Se verificó primeramente el estado de la máquina, posteriormente se introdujo entre dos personas el anclaje por la unidad de rotación hasta casi el tope del taladro realizado, se sujetó con el ojo chino que existe en el tope del bastidor y se fijó con arandelas y la tuerca respectiva del anclaje, se ajustó debidamente para iniciar luego con la perforación.

Preparación de aditivos. Todos los aditivos a utilizar fueron bio-degradables certificados por el proveedor.

Antes de empezar, se asegura el abastecimiento de agua, en 2 cubiles de 1000 lt. p lavados, el llenado de los cubiles fue hasta el 75% de su capacidad, luego se analizó el PH y la dureza del agua, utilizando el indicador respectivo (PH Test), cuando este fue de escala de 8 -10, se procedió a agregar a la tina con agua PH Control/ pH Conmad/Water para mantener un PH de 7, ya que el PH del agua superior a 7 no es el correcto (Ver anexo 14, fotografía 7).

La preparación es de la siguiente manera:

1. Controlador de PH será de ¼ Kg.
2. Bentonita será 11 Kg. Leer el MSDS.
3. Polímeros será de ½ Kg. Leer el MSDS.
4. Lubricantes 1 litro. Leer el MSDS. (De acuerdo al terreno)

La mezcla de los aditivos se realizó con la ayuda de un mixer hidráulico, de acuerdo al orden descrito en la parte superior, el mixer solo se encendió cuando estuvo dentro de la tina o cubiles, en uno de los cubiles con agua se agrega bentonita utilizando el mixer hasta obtener una mezcla homogénea (1 bolsa), luego se trasladó el mixer del cubil de bentonita a la tina de polímeros, solo cuando este apagado, en dicha tina se preparó, el aditivo adecuado según el terreno que se debía perforar.

Condición Medio ambiental: El agua del retorno que sale del taladro se canalizó hacia la poza de sedimentación, y la ubicación de la poza de sedimentación fue a la entrada de la cámara, el detritus que sale del retorno del taladro debe quedar atrapado en dicha poza y el agua que sale de las pozas de sedimentación se canaliza mediante cunetas hacia el drenaje principal previamente filtrado con los paños absorbentes. Y de la poza

los sedimentos deben ser recogidos en sacos para su disposición final designada por el jefe de mina.

Perforación diamantina con máquina electro-hidráulica: El personal para la operación fue de 01 perforista y 02 ayudantes con la máquina LM-75-23. El voltaje de energía fue de 440 voltios.

Asimismo, se inspeccionaron las pozas de sedimentación, verificando que los lodos acumulados no superen la capacidad de la poza, se realizó la limpieza de la poza antes de iniciar los trabajos y se colocaron salchichas en la cuneta con la finalidad de captar algún hidrocarburo. luego se procedió a realizar el mantenimiento preventivo de la máquina y accesorios con el apoyo del mecánico (Engrase y nivel de aceite) y llenado del check list del equipo y de las herramientas. (Ver anexo 11)

El perforista al encender el equipo verificó que los controles de mando del panel se encuentren en neutro, así mismo al momento de introducir el core barrel se aseguró de que el equipo cuente con el dispositivo “Guiador de barrel”, instalado en el rod holder. Para que los auxiliares no se expongan a la línea de fuego. Por otro lado, el ayudante acopló la manguera de agua con la bomba connection sobre la plataforma del andamio, y posteriormente, entre los dos ayudantes procedieron a colocar el barrel sobre el bastidor para que ingrese a la unidad de rotación.

El perforista desde el panel de mando maniobró a la unidad de rotación y aperturó el Rod holder para introducir el Core barrel completo con la bomba connection activado con el chuk hidráulico, luego de ello se jaló la tubería un promedio de 5 cm y se encendió la bomba de lodos esperando que el lodo salga por la broca e iniciará la perforación siguiendo los parámetros según el terreno a perforar.

De acuerdo al tipo de roca y a la profundidad e inclinación del sondaje se procedió a colocar el revestimiento (Casing según la línea), el tipo de broca, en coordinación previa con la Supervisión y Jefatura de Proyecto.

Considerando que el sondaje de la perforación es negativo, se realizó una plataforma de acuerdo a la inclinación del taladro, con una altura de 1.0 m, la plataforma fue rellena con desmonte, fue asegurada con cuartones de 8” x 8” x 2 m. y de 8 “x 8 “x 1.60 m. y se prosiguió a colocar la máquina, para luego nivelarla, anclarla y fijarla, la inclinación fue de acuerdo al proyecto de geología con un inclinómetro y luego se perforó según estándar.

Los cabezales del tubo interior por el intermedio del splinde y el lower latch body, fueron regulados reduciendo o ampliándolo según el tipo de brocas que pueden ser tipo

descarga frontal y de descarga lateral, con una separación adecuada para un buen caudal del fluido de perforación.

Se inició la perforación utilizando el Outer Tube o Core Barel tipo Full Holde. Para mantener la inclinación y el rumbo adecuado. Para luego ser cambiado a Outer Tube estándar. Y de acuerdo a la inclinación se utilizó Outer Tube o Core Barel de 10 pies.

Para la recuperación del tubo interior se utilizó el cabezal y pescador mecánico de acuerdo a la línea que se esté utilizando. Asimismo, los tubos interiores fueron enviados por gravedad.

El maestro perforista consideró el tipo de roca para poder definir sus parámetros de corte y de presiones de avance. Utilizó inicialmente la línea HQ hasta los 319.05 metros y posteriormente cambio con línea NQ.

4.1.1.7. Recuperación de testigos

Una vez terminada la corrida de perforación, se procedió a levantar la tubería de 10 a 30 cm del cabezal del Chuck hidráulico y se abrió la válvula de desfogue para quitar la presión dentro de la columna de perforación, para el desembone de la bomba connection y/o tubería (última tubería o Kelly) y colocar el mismo en la plataforma.

Uno de los auxiliares procedió a colocar el pescador mecánico en el box de la columna, el perforista activó la palanca de descenso del guinche wireline hasta que llegue al tubo interior para extraer o recuperarlo con la muestra, cuando el pescado fue hidráulico el auxiliar colocó el pescador en el box de la tubería, con el stufing box, luego colocó la manguera con la conexión rápida y lo aseguró con el whing check, luego el auxiliar dio la orden luego de neutralizar el guinche wire line para que el perforista accione la palanca de bombeo de agua. En los casos en que se desconectó la bomba connection se hizo manualmente con la llave stilson.

Luego de estos pasos el Operador se aseguró que el pescador haya llegado al fondo del taladro y procedió a extraer el tubo interior de toda la línea de perforación y desfogó la presión del sistema.

Al momento de pescar el tubo interior los auxiliares bloquearon el área con la cadena de bloqueo de paso hasta que el operador de la orden para que ingresen a retirar el tubo interior (Ver anexo 14, fotografía 5).

Posteriormente el Operador dio la orden al auxiliar para desconectar el pescador del cabezal, con el apoyo de una llave stilson 18" los auxiliares retiraron el tubo interior colocándolo en la plataforma, luego los auxiliares llevaron el tubo interior al caballete y prosiguieron con el vaciado de Muestra.

Vaciado de muestra del tubo interior: Los ayudantes desmontaron el cabezal y el core lifter case (Zapata de tubo interior con dos llaves Wrench de acuerdo al diámetro de la tubería, una vez desconectado el cabezal del tubo interior se colocó el botador de muestra en el extremo, al otro extremo se colocó un core lifter case para evitar daños a los hilos al momento de vaciar el core (Testigo).

El primer ayudante levantará el tubo interior y el segundo ayudante dará golpes con el martillo de golpe seco para el vaciado de la muestra. Y una vez colocado el botador de muestra en el tubo interior será llevado a la canaleta. (La canaleta debe estar limpia).

El segundo auxiliar conectó la manguera en el conector rápido del botador y lo asegurara colocando el guinche; una vez comprobada la conexión dio la señal al perforista para abrir la válvula de agua cuya presión hará que impulse progresivamente la muestra del tubo interior hacia afuera, colocándose en la canaleta y jalando el tubo interior en forma contraria a la muestra y dejar que todo el core (Testigo) haya salido. Cuando la muestra no sale con facilidad será necesario golpear con el martillo de golpe seco.

El primer ayudante lavó con agua el core (Testigo) extraído en la canaleta (Arcillas, arenas y muy fracturados no se lavaron ya que se puede perder el core), luego de la limpieza del core (Testigo) el primer auxiliar trasladó la muestra de la canaleta hacia las cajas, manteniendo la secuencia litológica de la muestra y haciendo uso de sus guantes hyflex.

El auxiliar colocó el core (Testigo) en cajas porta testigos según la línea de perforación HQ o NQ, y los separará con tacos (Plástico) en el que escribe en una de las caras del taco el número del sondaje, y en la cara posterior del taco escribirá el inicio de la corrida, profundidad, metros perforados, porcentaje recuperado. Se colocaron lámina de plástico cuando el core estuvo fracturado según las indicaciones de geología (Ver anexo 14, fotografía 9).

4.1.1.8. Medición de reflex gyro

1. Personal:

- Operador (01)
- Auxiliares de Perforación (02)
- Técnico en Medición.

2. Equipo / Herramientas / Materiales:

- Equipo de perforación.
- Equipo Reflex Gyro.
- Cuenta metros

- Martillo de Goma
- Llave francesa 12”.
- Llaves de boca de 30 mm y 19 mm
- Over shot.
- Barras de perforación.

3. Procedimiento

Realización de medición Reflex:

- El perforista y los ayudantes observaron la sobrante y cuadran la tubería para ver la cantidad de tubos que hay dentro del sondaje, y el técnico de medición comienza a programar y armar el equipo Reflex Gyro.
- Conectaron la batería al equipo, y realizaron la conexión de Bluetooth entre el equipo y la PC de Campo (Ingresar datos del sondaje para realizar la medición).
- Introdujeron el equipo dentro de la varilla de bronce y colocaron los tapones enroscando manualmente, luego colocaron el equipo armado sobre los blocks y esperaron que transcurra 10 minutos para estabilizar la temperatura y correcto funcionamiento del Gyro, luego se procede con el alineamiento del equipo de acuerdo a los pasos del programa (PC del Campo) hasta que estuvo listo y armado.
- Una vez armado el equipo se procedió a descender el Tubo interior al sondaje, posteriormente se bajó el equipo Gyro juntamente con el pescador al fondo del taladro y se instaló él cuenta-metros, para ayudas a bajar el pescador el perforista con ayuda del panel de mandos bombeó fluido a la columna con la finalidad de mandar el equipo al fondo del sondaje.
- Cuando el ángulo de inclinación del sondaje realizado permitió que el pescador baje por su propio peso ya no fue necesario bombear fluido a la columna.
- La medición se realizó desde el fondo del sondaje hacia afuera.
- Al terminar la medición se retiró el equipo del collar para realizar el alineamiento final sobre los Blocks, en el block se retiró el equipo de la varilla de bronce y se colocó en un lugar seguro para iniciar la conexión Bluetooth con la PC de Campo para descargar los datos del sondaje. Una vez pasado los datos hacia el pc, se desarmó el equipo en su totalidad y se guardó en las maletas asignadas para su traslado seguro y evitar su deterioro.

Cuando estaba perforando se utilizó inicialmente la línea HQ hasta los 319.05 metros y posteriormente cambio con línea NQ, ocurriendo el atascamiento en los 332.95 m., dando inicio al proceso de recuperación de tuberías.

4.1.1.9. Traslado de cajas porta testigos a laboratorio

El conductor de la camioneta se estacionó en el punto de carga colocando su taco y cono de seguridad, luego con el apoyo del ayudante cargan las cajas porta testigos hacia la camioneta, las cajas se aseguran con soga y tapadas, luego de la cámara hacia la superficie se procedió con su traslado hacia la sala de logueo, manteniendo su velocidad de manejo (De acuerdo al ritran).

Una vez llegado al lugar el conductor de la camioneta se estacionó en el punto de descarga colocando su taco y cono de seguridad, luego descargará las cajas con apoyo de la supervisión en la sala de logueo, apilando de uno en uno.

Una vez finalizada la descarga el supervisor realizara la entrega de hoja de custodia a los responsables del área de Geología para su respectiva firma y conformidad.

4.1.2. Proceso de recuperación de tuberías

4.1.2.1. Extracción de la tubería

1. Primeramente, se comunicó inmediatamente a la supervisión por el atrapamiento de tuberías y luego se evaluó si había rotación o presión de caudal, en la columna de perforación. Para el proceso de recuperación el personal necesario fue:
 - 1 operador
 - 3 auxiliares de perforación
 - 1 supervisor de operaciones
 - 1 supervisor de seguridad
2. Se trató de recuperar lavando el sondaje empleando aditivos, pero sin llegar a recupera la tubería.
3. Ya que no se pudo recuperar el tubo interior y el cabezal se decidió no pescar con overshot, porque también perderíamos el overshot y el cable wireline.
4. En vista de que se observó que no se tenía rotación, se optó por hacer el uso de las cortadoras ademes BQ, de acuerdo a las tuberías atascadas en la columna de perforación diamantina.
5. El perforista y los ayudantes observaron el sobrante y cuadraron la tubería para ver la cantidad de tubos que hay dentro del sondaje, esto se hace con la finalidad de hacer el corte del barel y un tubo más arriba.

6. Como el atrapamiento de las tuberías, se dio en tuberías NQ, se define hacer el corte con ademes de BQ y descender con tuberías de mismo diámetro (BQ).
7. Se realizó el acople de la cortadora ademes a la tubería exterior BQ y se descendió con tuberías de 10 pies equivalente a 5 m, como una perforación normal hasta llegar al punto indicado.
8. Una vez llegado al punto, la tubería BQ, se realizó la conexión a dicha tubería con la bomba conexión, con el fin de inyectar caudal de agua.
9. El perforista desde el panel de mando realizó la maniobra para generar la apertura del casing cutter lug (Saliente del cortador de ademes), esto se hizo soltando el caudal de agua de poco en poco.
10. De lo siguiente se procedió a dar rotación a toda la columna de perforación de tuberías BQ, hasta dar por concluido el corte de toda la columna de tuberías NQ, la duración de corte es de 3 min a máximo de 5 min.
11. Luego desde el panel de mando el operador corto la rotación y la inyección del caudal del agua.

4.1.2.2. Traslado de tubería al caballete

Descarga de tubería NQ, BQ recuperadas: Se empezó a hacer la descarga de tuberías BQ, hasta recuperar la cortadora y luego la descarga de la tubería NQ de la siguiente manera:

1. Se coordinó entre el operador y los 02 auxiliares la tarea a realizar.
2. Se procedió a instalar el caballete para las barras de perforación en un lugar adecuado y seguro cerca del área de trabajo y libre de obstáculos.
3. Se verificó las condiciones en que se encuentran las Mordazas del Rod Holder y las Mordazas del Chuck.
4. El operador para esta actividad se ubicó cerca del panel control teniendo amplia visión del bastidor y de las maniobras que realizaran los auxiliares, cuando este todo listo se iniciara el trabajo.
5. El operador activó el joystick durante la descarga de tubería y sacó la tubería de uno en uno de forma secuencial.
6. Los auxiliares realizaron la maniobra de descarga de tubería desmontando los últimos hilos de la tubería manualmente y colocándola sobre el caballete (Ver anexo 14, fotografía 6).
7. Se repitió el paso N.º hasta culminar con la descarga de la tubería.

8. En los casos en que la tubería se encuentra torqueada el auxiliar dio golpes con la comba hasta aflojarla, conjuntamente el perforista realizó la maniobra de desembone de barras y se repite el paso 4.
9. Para la descarga de tubería en caso de barras NQ y BQ, el primer auxiliar se posicionó en la plataforma para desembonar la tubería y colocarla en la plataforma, el segundo auxiliar lo traslada de la plataforma hacia el caballete y sucesivamente hasta culminar toda la descarga.
10. Luego de culminar de retirar toda la tubería, se procedió a retirar la cortadora ademes hacia la plataforma.
11. En la plataforma se procedió a desembonar la cortadora con la llave stilson 24” colocando la llave stilson 36” como contra.
12. Posteriormente se procedió con el traslado de cajas porta muestras.

4.1.2.3. Sellado de taladros culminados

Para el sellado de los taladros culminados se traslada el cemento o packer a usar a dicha cámara de sellado de taladros, y para la preparación de la mezcla del cemento, se hará solo con agua y en piso limpio, luego que va a ser inyectada dentro del sondaje, se hará con apoyo de una tubería de 1.5 m. y se descenderá la mezcla de poco en poco con apoyo de una barretilla empalmada de trapo hecho como tapón. Y como final dejando el taladro tapado y codificado con un taco.

Finalmente, con todo este proceso se lograron recuperar 110 Tuberías exteriores NQ.

4.1.3. Costos de recuperación

El atascamiento de tubería inicio el día 23 de junio, y la recuperación de tuberías atascadas finalizó el 25 de junio, teniendo una duración de tres días. En los cuales se trabajó en los turnos día y noche.

A continuación, se muestra la distribución de los costos de recuperación, según los indicadores planteados:

Tabla 11

Costo de recursos materiales usados en el proceso de recuperación.

	Unidades	Costo	TOTAL
RECURSOS MATERIALES			S/. 11'598.2
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL			S/. 3'815.6
Protector de seguridad (Casco)	6	S/. 38.5	S/. 231.0
Tapón de oídos	6	S/. 2.7	S/. 15.9
Orejeras acopladoras de casco	6	S/. 46.8	S/. 280.8
Barbiquejo elástico.	6	S/. 7.1	S/. 42.8
Lentes de seguridad transparentes.	6	S/. 10.5	S/. 63.0
Overol térmico con cintas reflectivas.	6	S/. 165.0	S/. 990.0
Lámpara minera	6	S/. 193.5	S/. 1'161.0
Correa porta lámpara.	6	S/. 25.0	S/. 150.0
Guantes de jebe y/o anti corte.	6	S/. 7.0	S/. 41.8
Botas de jebe punta de acero.	6	S/. 14.9	S/. 89.3
Respirador con doble filtro.	6	S/. 125.0	S/. 750.0
EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES			S/. 7'782.7
EQUIPO			S/. 5'457.0
Máquina perforadora LM 75	1	S/. 125.0	S/. 125.0
Unidad de poder	1	S/. 100.0	S/. 100.0
Bomba de trido	1	S/. 150.0	S/. 150.0
Panel de mando	1	S/. 250.0	S/. 250.0
Bomba conexión (Loading chamber) BQ	1	S/. 662.0	S/. 662.0
Tuberías exteriores BQ	110	S/. 30.0	S/. 3'300.0
Cortadora ademes	1	S/. 50.0	S/. 50.0
Cubiles de 1000 lt	2	S/. 380.0	S/. 760.0
Equipo de Detector de gases (ALTAIR 5X =	1	S/. 60.0	S/. 60.0
HERRAMIENTAS/MATERIALES			S/. 2'325.7
Llaves mixtas	1	S/. 13.2	S/. 13.2
Llaves media lunas	1	S/. 741.4	S/. 741.4
Alicates	1	S/. 99.2	S/. 99.2
Martillo de bola	1	S/. 17.7	S/. 17.7
Martillo carpintero	1	S/. 14.4	S/. 14.4
Martillo de golpe seco	1	S/. 114.6	S/. 114.6
Llaves Stilson de 24"	1	S/. 208.5	S/. 208.5
Llaves Stilson 18"	1	S/. 132.5	S/. 132.5
Llaves Stilson 36"	1	S/. 580.6	S/. 580.6
Engrasadora manual	1	S/. 330.5	S/. 330.5
Comba de 6 lb	1	S/. 37.5	S/. 37.5
Comba de 4 lb	1	S/. 18.1	S/. 18.1
Flexómetro	1	S/. 13.9	S/. 13.9
Plumón indeleble	1	S/. 1.8	S/. 1.8
Cuaderno de anotaciones	1	S/. 1.9	S/. 1.9

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Análisis e interpretación:

Para realizar el proceso de recuperación se emplearon recursos materiales, en cuanto a las maquinarias empleadas, se considera que se usaron maquinarias grandes y costosas, las cuales podrían alquilarse, en ese sentido se consideró el costo de alquiler de la maquinaria de acuerdo a la duración del proceso de recuperación (Máquina perforadora LM 75, cortadora, tubería exterior BQ, Unidad de poder, Bomba de trido, Panel de mando y Equipo de Detector de gases). Respecto a otros equipos y herramientas que no estaban disponibles en alquiler se consideró el precio total del equipo, asimismo, en caso del equipo de protección personal se consideró el

precio total del equipo de protección, debido a que estos no se alquilan y no era conveniente alquilarlos ya que algunos equipos tienen costos bajos, asumiendo un costo en recursos materiales de S/.11'598.2.

Tabla 12

Costo de insumos usados en el proceso de recuperación

(INSUMOS) Aditivos en el proceso de recuperación	Unidades	Costo	TOTAL
			S/.304.1
Cr650-dd2000 (Polímero)	1.4 caja	S/.84.7	S/.118.6
Ph Conmand (Water treatment)	0.5 bal.	S/.38.0	S/.19.0
Medidor de pH papel 0-14 tipo pampeha	0.3 paqu.	S/.17.5	S/.5.2
Detergente*10 kg	0.1 bolsa	S/.56.9	S/.5.7
Engrasadora manual	0.1 bid.	S/.330.5	S/.33.1
Grasa mobilux ep-3	0.1 bal.	S/.240.0	S/.24.0
Rod grease xtra tacky (Grasa para tubería)	0.1 bal.	S/.105.0	S/.10.5
Aceite shell spirax 80w/90 (Para el chuk)	0.1 bid.	S/.224.0	S/.22.4
Aceite ursa/rimula tdx (Para bomba de trido)	0.1 bid.	S/.191.8	S/.19.2
Aceite shell corena s3r 46(Para unidad de poder)	0.1 bid.	S/.465.1	S/.46.5

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Análisis e interpretación:

En cuanto a los insumos en el proceso de recuperación se utilizaron aditivos al inicio del atrapamiento, los cuales hicieron un total de S/. 304.1.

Tabla 13

Costo de recursos humanos empleados en el proceso de recuperación

	Unidad	Costo	Total
Recursos Humanos			S/.978.6
Personal			S/.978.6
Operador	2	S/. 235.7	S/. 471.4
Auxiliares de Perforación	4	S/.64.3	S/.257.1
Supervisor de operaciones	1	S/. 107.1	S/. 107.1
Supervisor de Seguridad	1	S/.142.9	S/. 142.9

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Análisis e interpretación:

Para realizar el proceso de recuperación se emplearon recursos humanos y materiales, en los recursos humanos estuvieron:

- 2 operador
- 4 auxiliares de perforación
- 1 supervisor de operaciones
- 1 supervisor de seguridad

Los costos del recurso humano fueron ajustados a los tres días de duración del proceso recuperación de tuberías atascadas, siendo un monto de S/.978.6

Tabla 14

Otros costos en el proceso de recuperación

	Unidad	Costo	Total
Gastos Administrativos y Servicios			S/. 1000

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Análisis e interpretación:

Asimismo, se consideraron otros costos, dentro de los cuales se consideran gastos administrativos, los cuales incluyen los costos de agua, energía, aire, de la duración del proceso de recuperación, estos costos hicieron un total de S/.1000.

Tabla 15

Costo de recuperación totales.

COSTOS DE RECUPERACIÓN	TOTAL
Recursos Materiales	S/.11598.2
(Insumos) Aditivos en el Proceso de Recuperación	S/. 304.1
Recursos Humanos	S/. 978.6
Gastos Administrativos y Servicios	S/. 1000
TOTAL	S/. 13880.9

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Análisis e interpretación:

Sumando todos los costos, se tiene que el costo de recuperación de tuberías atascadas fue de S/.13880.9. Estos costos podrían ser tomados en cuenta si una empresa desearía tercerizar este proceso. Sin embargo, en la situación de la empresa Remicsa Drilling S.A., la misma empresa realizó la recuperación y utilizó algunos equipos y herramientas con los que ya contaba, los cuales había adquirido para la perforación.

Tabla 16

Costos de recursos materiales de recuperación cubiertos con los costos de perforación

	Unidad	Costo	TOTAL
Recursos materiales			S/.7'636.2
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL			S/.3'815.6
Protector de seguridad (Casco)	6	S/.38.5	S/.231.0
Tapón de oídos	6	S/.2.7	S/.15.9
Orejeras acopladoras de casco	6	S/.46.8	S/.280.8
Barbiquejo elástico.	6	S/.7.1	S/.42.8
Lentes de seguridad transparentes.	6	S/.10.5	S/.63.0
Overol térmico con cintas reflectivas.	6	S/.165.0	S/.990.0
Lámpara minera	6	S/.193.5	S/.1'161.0
Correa porta lámpara.	6	S/.25.0	S/.150.0
Guantes de jebe y/o anti corte.	6	S/.7.0	S/.41.8
Botas de jebe punta de acero.	6	S/.14.9	S/.89.3
Respirador con doble filtro.	6	S/.125.0	S/.750.0
EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES			S/.3'820.7
EQUIPO			S/.1'495.0
Máquina perforadora LM 75	1	S/.125.0	S/.125.0
Unidad de poder	1	S/.100.0	S/.100.0
Bomba de trido	1	S/.150.0	S/.150.0
Panel de mando	1	S/.250.0	S/.250.0
Cortadora ademes	1	S/.50.0	S/.50.0
Cubiles de 1000 lt	2	S/.380.0	S/.760.0
Equipo de Detector de gases (ALTAIR 5X =	1	S/.60.0	S/.60.0
HERRAMIENTAS/MATERIALES			S/.2'325.7
Llaves mixtas	1	S/.13.2	S/.13.2
Llaves media lunas	1	S/.741.4	S/.741.4
Alicates	1	S/.99.2	S/.99.2
Martillo de bola	1	S/.17.7	S/.17.7
Martillo carpintero	1	S/.14.4	S/.14.4
Martillo de golpe seco	1	S/.114.6	S/.114.6
Llaves Stilson de 24"	1	S/.208.5	S/.208.5
Llaves Stilson 18"	1	S/.132.5	S/.132.5
Llaves Stilson 36"	1	S/.580.6	S/.580.6
Engrasadora manual	1	S/.330.5	S/.330.5
Comba de 6 lb	1	S/.37.5	S/.37.5
Comba de 4 lb	1	S/.18.1	S/.18.1
Flexómetro	1	S/.13.9	S/.13.9
Plumón indeleble	1	S/.1.8	S/.1.8
Cuaderno de anotaciones	1	S/.1.9	S/.1.9

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Análisis e interpretación:

Los costos de recursos materiales de recuperación cubiertos con los costos de perforación, hacen un total de S/.7'636.2.

Tabla 17

Costos de insumos (Aditivos), recursos humanos, gastos administrativos y de servicios de recuperación cubiertos con los costos de perforación

	Unidad	Costo	TOTAL
(INSUMOS) Aditivos en el proceso de recuperación			S/.304.1
Cr650-dd2000 (Polímero)	1.4 caja	S/.84.7	S/.118.6
Ph Conmand (Water treatment)	0.5 bal.	S/.38.0	S/.19.0
Medidor de pH papel 0-14 tipo pampeha	0.3 paqu.	S/.17.5	S/.5.2
Detergente*10 kg	0.1 bolsa	S/.56.9	S/.5.7
Engrasadora manual	0.1 bid.	S/.330.5	S/.33.1
Grasa mobilux ep-3	0.1 bal.	S/.240.0	S/.24.0
Rod grease xtra tacky (Grasa para tubería)	0.1 bal.	S/.105.0	S/.10.5
Aceite shell spirax 80w/90 (Para el chuk)	0.1 bid.	S/.224.0	S/.22.4
Aceite ursa/rimula tdx (Para bomba de trido)	0.1 bid.	S/.191.8	S/.19.2
Aceite shell corena s3r 46(Para unidad de poder)	0.1 bid.	S/.465.1	S/.46.5
RECURSOS HUMANOS			S/.978.6
PERSONAL			S/.978.6
Operador	2	S/.235.7	S/.471.4
Auxiliares de Perforación	4	S/.64.3	S/.257.1
Supervisor de operaciones	1	S/.107.1	S/.107.1
Supervisor de Seguridad	1	S/.142.9	S/.142.9
Gastos administrativos y servicios			S/.1'000.0
TOTAL			S/.2'282.7

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Análisis e interpretación:

Sumando todos los costos de insumos (Aditivos), recursos humanos, gastos administrativos y de servicios de recuperación cubiertos con los costos de perforación, se tiene un total de S/.2'282.7.

Tabla 18

Costos de recuperación totales cubiertos con los costos de perforación.

Costos de recuperación	Total
Recursos Materiales	S/.7636.2
(INSUMOS) Aditivos En El Proceso De Recuperación	S/.304.1
Recursos Humanos	S/. 978.6
Gastos Administrativos Y Servicios	S/. 1000
TOTAL	S/.9918.9

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Análisis e interpretación:

Sumando todos los costos de recuperación totales cubiertos con los costos de perforación, se tiene un total de S/.9918.9 que representa el 71.5% del costo de recuperación de tuberías

atascadas (S/.13880.9), quedando un 28.5% de los costos de recuperación que no fueron cubiertos.

Tabla 19

Costos de recuperación en nuevos equipos no previstos en la perforación.

	Unidad	Costo	TOTAL
Recursos materiales			S/.3'962.0
EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES			S/.3'962.0
Bomba conexión (Loading chamber) BQ	1	S/.662.0	S/.662.0
Tuberías exteriores BQ	110	S/.30.0	S/.3'300.0
TOTAL			S/.3'962.0

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Análisis e interpretación:

Sumando todos los costos de recuperación en nuevos equipos no previstos en la perforación, se tiene un total de S/.3'962.0 que representa el 28.5% del costo de recuperación de tuberías atascadas (S/.13880.9), siendo estos los costos de recuperación que no fueron cubiertos y en los que la empresa Remicsa Drilling S.A. tuvo que incurrir.

Otra observación muy importante es que la empresa también perdió materiales, equipos y herramientas (Algunas que ya había comprado para la perforación, otras durante la recuperación, así como equipos que había alquilado y debía devolver), asimismo tuvo un descuento en el pago del servicio prestados a la Compañía Minera Raura S.A. (CMR), lo cual se debe de considerar, por lo que a continuación se cuantificará el valor de las pérdidas ocasionadas por el atrapamiento.

Tabla 20

Ingresos por el servicio de perforación.

A. INGRESOS DE HQ DE 301 - 400				
\$/mt	Dólar	Soles	Metros	Total
100.5	3.2	S/.321.60	319.05	S/.102'606.5
B. INGRESOS DE NQ 0 - 100				
92.5	3.2	S/.296.00	13.9	S/.4'114.4
Total (A +B) pago por 332.95 m.			332.95	S/.106'720.9
C. POR LOS 500 mt CON NQ				
96.5	3.2	S/.308.80	180.95	S/.55'877.4
Total (A + C) pago por 500 m.			500	S/.158'483.8

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Análisis e interpretación:

La Compañía Minera Raura S.A. (CMR), estableció bajo un contrato el pago por el proceso de perforación, según la cantidad de material recuperado, el cual variaba según la línea y la profundidad de la perforación, de acuerdo a la valoración de la empresa Remicsa Drilling S.A. en los 332.95 m. el monto que debía pagar la Compañía Minera Raura S.A. (CMR) era de

S/.106'720.9, sin embargo, por el inconveniente del atrapamiento la empresa tuvo un descuento del 30%, equivalente a S/.32'016.3, cabe rescatar que este monto pudo haber sido aún más alto si Remicsa Drilling S.A. no realizaba la recuperación, además de la contaminación ambiental que hubiese causado.

La valoración por los 500 metros sin atascamiento debía de percibir un ingreso de S/.158'483.8.

Tabla 21

Pérdidas ocasionadas por el atascamiento

			S/.32'016.	
Pérdidas por el impago del proceso de perforación			3	
Impago del proceso de perforación (30%)			S/.32'016.	
			3	
Pérdidas totales en materiales	S/.8'697.1		S/.8'697.1	100%
Pérdidas en materiales que ya se habían comprado previamente			S/8'235.0	94.7%
Tubo Interior de línea, NQ	1	S/200.1	S/200.1	
Cabezales hidráulicos y/o mecánico NQ	1	S/.3'718.9	S/3'718.9	
Barel NQ	1	S/.2'189.7	S/2'189.7	
Adapter copling NQ	1	S/.208.0	S/208.0	
locking copling NQ	1	S/.332.4	S/332.4	
Tinner tuve stabilizer (Estabilizador de bronce) NQ	1		S/51.8	
			S/.51.8	
Leanding Ring (Anillo de acero) NQ	1	S/.58.3	S/58.3	
Reaming Shell NQ	1	S/.1'003.2	S/1'003.2	
Broca NQ	1	S/.472.5	S/472.5	
Pérdidas en materiales que solo se habían alquilado			S/462.1	5.3%
Tubo exterior NQ	1	S/.462.1	S/462.1	

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Análisis e interpretación:

Respecto a los materiales de perforación, se consideraron ya que, en el proceso de recuperación, a pesar de que se lograron recuperar 110 tuberías atascadas, también se quedaron atrapados los elementos mencionados en la tabla, siendo estos valorizados y haciendo un monto total de S/.8'697.1.

Considerando como pérdidas el descuento y los materiales perdidos el monto asciende a S/40'713.4, sin embargo, el descuento no aparece en el balance ya que los ingresos se muestran descontados de este monto.

Asimismo, en la tabla se observa que algunos elementos perdidos, se consideraron dentro de los costos de perforación, quedando cubiertos por estos costos, sin embargo, también se perdieron materiales que se habían tomado en alquiler, por lo que la empresa Remicsa Drilling

S.A., tuvo que reponerlos y para eso adquirió estos materiales considerándose un gasto más en la recuperación, estos equivalen a S/.462.1

Por tanto, para la empresa Remicsa Drilling S.A. la pérdida económica efectiva asciende solo a S/.462.1, es decir el 5.3% de los materiales perdidos, esto porque la pérdida en materiales que ya se habían comprado previamente no se considera, ya que la empresa asumió el costo de esos equipos para la perforación, sin embargo, se pierde el beneficio de un posible uso posterior de estas herramientas.

4.1.4. Beneficios económicos de la recuperación

Tabla 22

Beneficios económicos de la recuperación

	Unidad	Costo	TOTAL
Tubería exterior NQ	110	S/.462.1	S/.50'835
Beneficios económicos por la recuperación			S/.50'835

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Análisis e interpretación:

Cabe resaltar que, antes de iniciar el proceso de recuperación, se hizo un cálculo para estimar la cantidad de tubería a recuperar, el cálculo fue el siguiente:

$$CR = \frac{(Pp - Lb) + C}{Lt} \quad \text{ecu. 2}$$

Donde:

CR = Cantidad de tuberías recuperadas.

Pp = Profundidad de la perforación (m)

Lb = Medida del barrel (m)

C = Constante (m)

Lt= Medida de los tubos (m)

$$CR = \frac{(332.95 - 4.10) + (1.10)}{3} = 110 \text{ tuberías}$$

De esta manera se estimó que se recuperaría 110 tuberías exteriores NQ, lo cual se cumplió al final de la recuperación, valorizando estos, alcanzaron un total de S/.50'835.

Sin embargo, el monto real recuperado para la empresa es de S/.11000, ya que este fue el valor que pagó por el alquiler de las 110 tuberías exteriores NQ, las cuales luego de recuperadas, tuvieron que ser devueltas e incluso tuvieron que reponer una tubería faltante.

4.1.5. Implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas

Finalmente, para hacer un balance general y determinar las implicancias económicas de la recuperación y tener un balance económico de la empresa, se considera la siguiente información:

Tabla 23

Costos de perforación

	Unidad	Costo	
Recursos materiales			S/.61'008.5
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL			S/.6'087.4
Protector de seguridad (Casco)	8	S/.38.5	S/.308.0
Tapón de oídos	8	S/.2.7	S/.21.2
Orejeras acopladoras de casco	8	S/.46.8	S/.374.4
Barbiquejo elástico.	8	S/.7.1	S/.57.1
Lentes de seguridad transparentes.	8	S/.10.5	S/.84.0
Overol térmico con cintas reflectivas.	8	S/.165.0	S/.1'320.0
Lámpara minera	8	S/.193.5	S/.1'548.0
Correa porta lámpara.	8	S/.25.0	S/.200.0
Guantes de jebe y/o anti corte.	8	S/.7.0	S/.55.7
Botas de jebe punta de acero.	8	S/.14.9	S/.119.0
Respirador con doble filtro.	8	S/.125.0	S/.1'000.0
Auto rescatador	8	S/.125.0	S/.1'000.0
EQUIPO			S/.52'595.4
Máquina perforadora LM 75	1	S/.500.0	S/.500.0
Unidad de poder	1	S/.400.0	S/.400.0
Bomba de trido	1	S/.600.0	S/.600.0
Panel de mando	1	S/.1'000.0	S/.1'000.0
Mixer	1	S/.100.0	S/.100.0
Cortadora ademes	1	S/.100.0	S/.100.0
Equipo de Detector de gases (ALTAIR 5X =	1	S/.500.0	S/.500.0
Cubiles de 1000 lt	2	S/.380.0	S/.760.0
Bomba conexión (Loading chamber) para t. NQ	1	S/.100.0	S/.100.0
Tubería exterior NQ	111	S/.100.0	S/.11'100.0
Tubo Interior de línea, NQ	1	S/.200.1	S/.200.1
Patero NQ	1	S/.295.5	S/.295.5
Cabezales hidráulicos y/o mecánico NQ	1	S/.3'718.9	S/.3'718.9
Plataforma de andamios para t. NQ	1	S/.500.0	S/.500.0
Caballote para tubería de perforación NQ	1	S/.200.0	S/.200.0
Barel para t. NQ	1	S/.2'189.7	S/.2'189.7
Adapter copling para t. NQ	1	S/.208.0	S/.208.0
Locking copling para t. NQ	1	S/.332.4	S/.332.4
Tinner tuve stabilizer (Estabilizador de bronce) NQ	1	S/.51.8	S/.51.8
Leanding Ring (Anillo de acero) para t. NQ	1	S/.58.3	S/.58.3
Reaming Shell para t. NQ	1	S/.1'003.2	S/.1'003.2
Broca NQ	1	S/.472.5	S/.472.5
OVERSHOT (PESCADOR) para t. NQ	1	S/.200.0	S/.200.0
Bomba conexión (Loading chamber) para t. HQ	1	S/.100.0	S/.100.0
Tubería exterior HQ	106	S/.150.0	S/.15'900.0
Tubo Interior de línea, HQ	1	S/.305.8	S/.305.8
Patero NQ	1	S/.290.0	S/.290.0
Cabezales hidráulicos y/o mecánico HQ	1	S/.5'085.8	S/.5'085.8
Plataforma de andamios para t. HQ	1	S/.500.0	S/.500.0
Caballote para tubería de perforación HQ	1	S/.200.0	S/.200.0
Barel para t. HQ	1	S/.2'910.5	S/.2'910.5
Adapter copling para t. HQ	1	S/.485.3	S/.485.3
Locking copling para t. HQ	1	S/.346.2	S/.346.2
Tinner tuve stabilizer (Estabilizador de bronce) HQ	1	S/.81.0	S/.81.0

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Tabla 23

Continuación- Costos de perforación

Leanding Ring (Anillo de acero) para t. HQ	1	S/.61.6	S/.61.6
Reaming Shell para t. HQ	1	S/.1'037.1	S/.1'037.1
Broca para t. HQ	1	S/.501.6	S/.501.6
OVERSHOT (PESCADOR) para t. HQ	1	S/.200.0	S/.200.0
Herramientas/materiales			S/.2'325.7
Llaves mixtas	1	S/.13.2	S/.13.2
Llaves media lunas	1	S/.741.4	S/.741.4
Alicates	1	S/.99.2	S/.99.2
Martillo de bola	1	S/.17.7	S/.17.7
Martillo carpintero	1	S/.14.4	S/.14.4
Martillo de golpe seco	1	S/.114.6	S/.114.6
Llaves Stilson de 24"	1	S/.208.5	S/.208.5
Llaves stilson 18"	1	S/.132.5	S/.132.5
Llaves stilson 36"	1	S/.580.6	S/.580.6
Engrasadora manual	1	S/.330.5	S/.330.5
Comba de 6 lb	1	S/.37.5	S/.37.5
Comba de 4 lb	1	S/.18.1	S/.18.1
Flexómetro	1	S/.13.9	S/.13.9
Plumón indeleble	1	S/.1.8	S/.1.8
Cuaderno de anotaciones	1	S/.1.9	S/.1.9
(INSUMOS) Aditivos en el proceso de perforación			S/.5'898.5
CR 650 x 15 KG - DD 2000 x 18 kg (POLÍMERO)	14	S/.84.7	S/.1'185.8
Ph Conmand (Water treatment)	5	S/.38.0	S/.189.8
Medidor de ph papel 0-14 tipo pampeha	3	S/.17.5	S/.52.4
Aus-gel extra bentonite	22	S/.50.1	S/.1'103.1
Super lube	3	S/.337.3	S/.1'012.0
Ezze trol	2	S/.371.1	S/.742.2
Detergente	1	S/.56.9	S/.56.9
Engrasadora manual 16kg	1	S/.330.5	S/.330.5
Grasa mobilux ep-3 x 35 lbs	1	S/.240.0	S/.240.0
Rod grease xtra tacky *17kg (Grasa para tubería)	1	S/.105.0	S/.105.0
Aceite shell spirax 80w/90 x 5 gln (Para el chuk)	1	S/.224.0	S/.224.0
Aceite ursal/rimula tdx 15w40 x 5 gln (Para bomba de trido)	1	S/.191.8	S/.191.8
Aceite shell corena s3r 46 (5 gln) (Para unidad de poder)	1	S/.465.1	S/.465.1
Recursos humanos			S/.18'600.0
Personal			S/.18'600.0
Operador	2	S/.2'200.0	S/.4'400.0
Auxiliares de Perforación	4	S/.1'800.0	S/.7'200.0
Supervisor de operaciones	1	S/.3'000.0	S/.3'000.0
Supervisor de Seguridad	1	S/.4'000.0	S/.4'000.0
Gastos administrativos y servicios			S/.15'000.0
			S/.100'507

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Análisis e interpretación:

Los costos de perforación fueron los costos que presentó la empresa Remicsa Drilling S.A., estos costos incluían todos los materiales necesarios previstos para todo el proceso de perforación de los 500 metros, los cuales fueron adquiridos y puestos a disposición al momento de iniciar la perforación.

Para determinar la situación económica después de la recuperación de tuberías y la culminación del sondaje, se hizo el balance entre los costos de perforación y el monto que recibe como pago,

por parte de la Compañía Minera, cabe resaltar que recibe solo el 70% de lo que correspondía inicialmente.

Otra observación muy importante es que la empresa Remicsa Drilling S.A. realizó la recuperación de tuberías, y que este proceso estuvo dentro del mes para los que cálculo los costos de perforación, por lo que la gran mayoría (El 71.5%) de los gastos incurridos en recuperación quedan incluidos en los costos de perforación, ya que los costos de perforación incluían el alquiler de maquinaria durante todo el mes de junio, igual el pago del recurso humano, en cuanto a los equipos de protección estos también fueron adquiridos para iniciar la perforación al igual que otras herramientas usadas, no hubo que comprar muchas herramientas o equipos adicionales (Salvo el 28.5% gastado en Bomba conexión (Loading chamber) BQ y Tuberías exteriores BQ) ya que la empresa consideró equipos importante como la Cortadora ademes para la perforación, lo cual muestra que la empresa se anticipó a posibles riesgos adquiriendo gran parte del equipo necesario, asimismo se considera las pérdidas económicas que tuvo en materiales.

Tabla 24

Balance General con atascamiento

Balance General	Con recuperación de tuberías atascadas
Ingresos	S/.74'704.6
Costos de perforación	S/.100'507.0
Costos de recuperación (28.5%)	S/.3'962.0
Pérdidas económicas en materiales (5.4% de los materiales perdidos)	S/462.1
Total (I-C)	-S/.30'226.5

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Análisis e interpretación:

Respecto a los ingresos, se debe considerar que el monto que debía pagar la Compañía Minera Raura S.A. (CMR) era de S/.106'720.9, sin embargo, por el inconveniente del atrapamiento la empresa tuvo un descuento del 30%, equivalente a S/.32'016.3 quedando un ingreso de S/.74'704.6.

Respecto a los costos, sumando los costos de perforación, los costos de recuperación y los materiales perdidos, se tiene que fueron en total -S/104'931.2, haciendo un balance entre ingresos y costos, se tiene que la empresa tuvo una pérdida de S/.30'226.5.

Es así que, dentro de las implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas se tiene en el sentido positivo, que se logró recuperar un valor de S/.11000, en tuberías, las cuales por ser alquiladas debieron devolverse, menguando costos de reposición por material perdido y alquilado, también se considera la minimización del impacto ambiental.

En cuanto a las implicancias negativas se tiene que la empresa tuvo una pérdida de S/.30'226.5, además se debe considerar que, aunque parte del costo del material no recuperado (S/.8'235.0 equivalente al 91.3%) se incluye en los costos de perforación, en caso de no ocurrir un atrapamiento estos hubiesen quedado para la empresa Remicsa Drilling S.A., dando un margen de ganancia adicional, el cual no se dio por el atrapamiento, asimismo, se debe considerar el daño a la imagen institucional de la empresa, la cual no quedó muy bien después del atrapamiento, ya que la Compañía Minera siempre espera un trabajo de excelente calidad. Para entender mejor, se observan los resultados para la empresa en caso de no incurrir en costos de recuperación.

Tabla 25

Balance General sin atascamiento

Balance General	
Ingresos	S/.158'483.8
Costos	S/.100'507
Total (I-C)	S/.57'976.8

Fuente: Elaboración propia en base a informes de la empresa Remicsa Drilling S.A.

Análisis e interpretación:

En caso de que no hubiera ocurrido el atrapamiento, los ingresos por los 500 m. de perforación para la empresa Remicsa Drilling S.A. eran de S/. S/.158'483.8, comparando este monto con los costos de perforación, la empresa hubiese tenido una ganancia de S/.57'976.8.

Para observar de mejor manera las implicancias de un proceso de recuperación de tuberías, se tiene la siguiente comparación:

Tabla 26

Comparación de la situación con y sin atascamiento

Balance General	Con recuperación de tuberías atascadas	Sin recuperación de tuberías atascadas
Ingresos	S/.74'704.6	S/.158'483.8
Costos	-S/.104'931.2	-S/.100'507.0
Total (I-C)	-S/.30'226.5	S/.57'976.8

Fuente: Elaboración propia

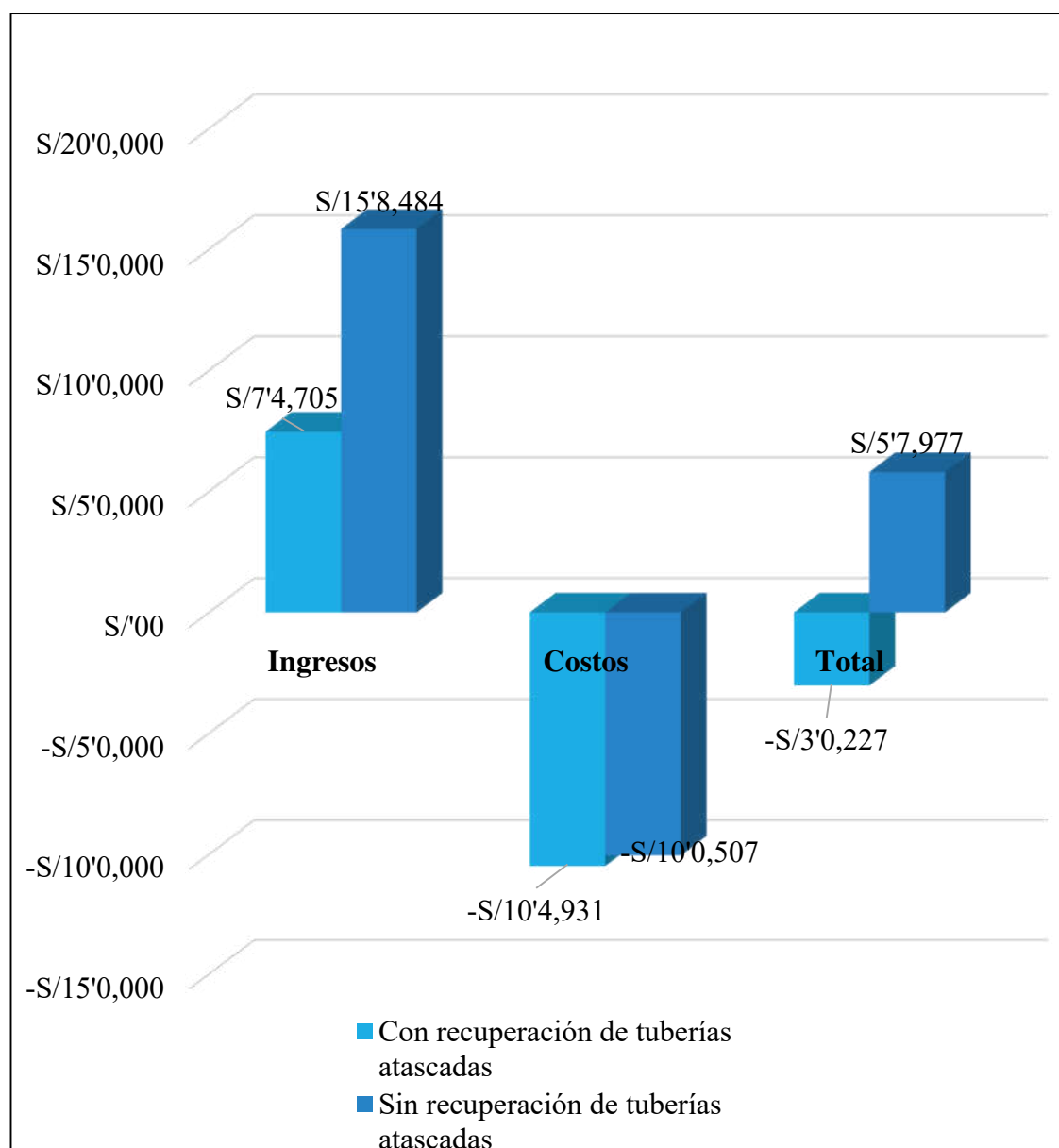


Figura 25. Comparación de la situación con y sin atascamiento

Análisis e interpretación:

Se aprecia que en los ingresos en la situación sin atascamiento superan a los ingresos con atascamiento en S/83'779, asimismo los costos, considerados como salidas tienen una diferencia de S/4'424 y las ganancias o el total, tienen una diferencia de S/88'203.

Estos datos muestran que los montos en la situación sin atascamiento tienen un incremento respecto a la situación con atascamiento, asimismo, podríamos indicar que, si las ganancias o el total de la situación con atascamiento se incrementan, el monto total sin atascamiento también se incrementaría, mostrando aparentemente una relación positiva.

A continuación, se muestra un modelo en base a los datos de la tabla 26:

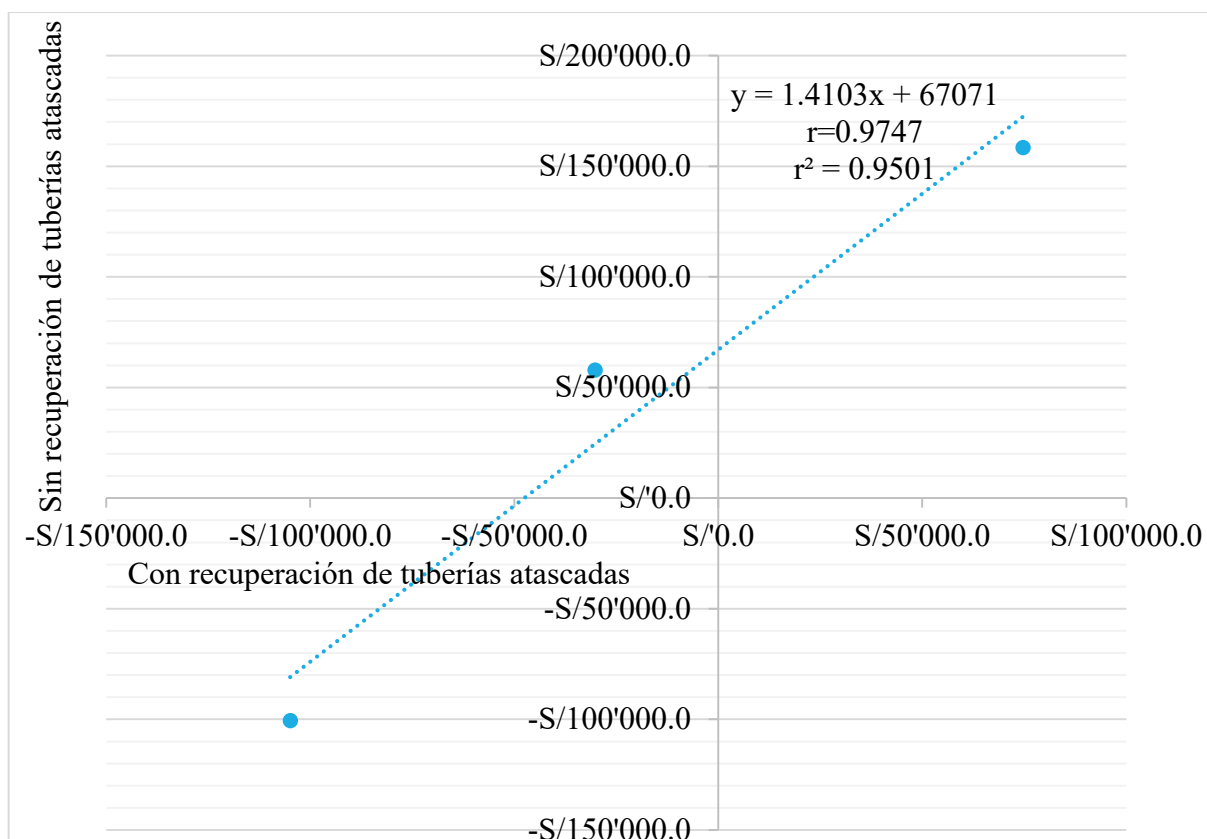


Figura 26. Modelo de Recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) y su implicancia económica para la empresa Remicsa Drilling S.A., Unidad Minera Raura S.A. – 2018.

Análisis e interpretación:

Como resultado se tiene una correlación positiva ($r=0.9747$), lo cual quiere decir que un incremento en los ingresos con atascamiento se reflejarían en un incremento en los ingresos sin atascamiento, esto quiere decir que si yo tengo ingresos en una situación con atascamiento, en una situación sin atascamiento, estos ingresos serían aún mayores asimismo, se observa en cada intersección que el valor con atascamiento, por ejemplo, en ingresos y el total, es menor a los resultados sin atascamiento, indicándonos que las implicancias de incurrir en un atascamiento y por consiguiente un proceso de recuperación, son principalmente negativas, ya que, aunque se logre recuperar parte del material, las ganancias que se hubiesen generados sin el atascamiento se llegarían a perder.

Para entender el modelo:

$y = 1.4103x + 67071$; donde: y = ingresos sin recuperación; x = ingresos con recuperación

Según el modelo, los ingresos sin recuperación serán iguales a los ingresos con recuperación, multiplicados por 1.4103, más un incremento de S/.67071, mostrando que los ingresos sin atascamiento siempre serán superiores a los ingresos con atascamiento, el valor ($r^2=0.95$),

indica que como implicancia económica de presentar un atascamiento y realizar la recuperación de tuberías, se llegaría a perder aproximadamente el 95% de las ganancias esperadas.

En base a estos resultados, se acepta la hipótesis propuesta en el presente estudio:

Las implicancias económicas de incurrir en un atascamiento y por consiguiente un proceso de recuperación, son principalmente negativas, ya que, aunque se logre recuperar parte del material, los ingresos y ganancias que se hubiesen obtenido sin el atascamiento se llegan a perder hasta en un 95%.

4.2. Discusión de resultados

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar las implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2019, se estudió la recuperación de tuberías bloqueadas en taladros de perforación diamantina en la bocamina de Catuva en el nivel 200 de la maquina LM 75 – 23, para lo cual se recurrió al análisis documental de la empresa Remicsa Drilling S.A., asimismo fue de gran aporte la experiencia laboral personal para la descripción del proceso de recuperación.

Los principales hallazgos fueron:

La descripción del proceso de recuperación, el cual fue detallado, resaltando que se realizó con la cortadora ademes, que requirió la participación de 8 trabajadores, considerando turno mañana y noche y que tuvo una duración de tres días. Asimismo, un hallazgo es la valorización de los costos de recuperación de tuberías, siendo un monto de S/.13880.9, los cuales podrían ser tomados en cuenta si una empresa desearía tercerizar este proceso, también se tiene la valorización del material perdido, que alcanza un monto de S/.8'697.1 y el descuento del pago de servicio (30%) equivalente a S/.32'016.3.

En cuanto a los beneficios económicos, se recuperaron 110 tuberías exteriores NQ, valorizando estos, alcanzaron un total de S/.50'835. Sin embargo, el monto real recuperado para la empresa es de S/.11000, ya que este fue el valor que pagó por el alquiler de las 110 tuberías exteriores NQ, las cuales luego de recuperadas, tuvieron que ser devueltas e incluso tuvieron que reponer una tubería faltante.

Respecto a las implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas se tiene en el sentido positivo, que se logró recuperar un valor de S/.11000, en tuberías, también se considera la minimización del impacto ambiental, en cuanto a las implicancias negativas se tiene que la empresa tuvo una pérdida de S/.30'226.5, además se debe considerar que el costo del material no recuperado (S/.8'697.1), en caso de no ocurrir un atrapamiento estos

hubiese quedado para Remicsa Drilling S.A., asimismo se debe considerar la afectación a la imagen de la empresa.

Rosales (2002), en su investigación titulada “Innovación tecnológica en perforación diamantina”, la cual fue de tipo descriptiva, al igual que el presente estudio, analizó la perforación diamantina y su problemática, observando innumerables casos de problemas operativos, entre los problemas encontrados incluye el atascamiento de tuberías, indicando sobre esto que “la mayoría de estos casos ocurrían en formaciones geológicas muy fracturadas y con grandes cambios de dureza, por ende, tanto las empresas fabricantes de equipos y accesorios de perforación diamantina, así como los fabricantes de aditivos, tenían la responsabilidad de realizar ciertas innovaciones tecnológicas a sus productos” (Rosales, 2002). En ese sentido se afirma que el atascamiento de tuberías genera consecuencias negativas para la empresa perforadora y para la compañía minera, por lo que las empresas que fabrican productos para la exploración minera, debían de realizar innovaciones en sus productos para que minimicen o eviten el problema de atascamiento de tubería y todas sus consecuencias.

Otra investigación fue la de Barreto (2018), con su investigación titulada “Supervisión, identificación de peligros y evaluación de riesgos operacionales en el control de los procesos de sondaje diamantino E. E. Redrilsa S.A.C. Mina Constancia”, el cual tuvo como objetivo aplicar la metodología básica para la identificación de peligros y evaluación del riesgo en los procesos de sondaje diamantino en la empresa Redrilsa S.A.C para el control de riesgos con el apoyo en una herramienta preventiva de seguridad, siendo también de tipo descriptiva y diseño no experimental, recurriendo a información documental ya que este se desarrolla a través de la consulta de documentos (Registros, memorias, anuarios) aplicados a la minería subterránea. En cuanto a los resultados Barreto (2018) cuantificó el efecto positivo que produce la implementación de un sistema de seguridad en la empresa Redrilsa S.A.C para los trabajos Superficiales en Mina Constancia” indicando que la implementación de un sistema de seguridad en la empresa Redrilsa S.A.C disminuiría la frecuencia de accidentes con el equipo de trabajo, reduciendo gastos por atención médica y otros costos incurridos cuando se producen accidentes, asimismo ayudaría a la empresa de manera que siempre cuente con el personal que necesite y no esté buscando reemplazos por accidentes. Todas estas recomendaciones también aplican al presente estudio, ya que un mal manejo, o una mala evaluación del terreno conllevan a tener problemas de atascamiento.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Primero:** Se determinó las implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas, teniendo dentro de las implicancias positivas, que se logró recuperar un valor de S/.11000, en tuberías, también se considera la minimización del impacto ambiental, lo cual aunque no puede valorizarse genera beneficios y es un aspecto positivo; en cuanto a las implicancias negativas se tiene que la empresa tuvo una pérdida de S/.30'226.5, además de la reducción del margen de ganancia y el perjuicio a la imagen de la empresa, por ende, realizando un contraste con la situación sin atascamiento, las implicancias de incurrir en un atascamiento y por consiguiente un proceso de recuperación, son principalmente negativas, ya que, aunque se logre recuperar parte del material, los ingresos y ganancias que se hubiesen generados sin el atascamiento se llegan a perder, según el modelo ($r^2=0.95$), se llegaría a perder aproximadamente el 95% de los ingresos esperados, aceptando la hipótesis propuesta.
- Segundo:** Se determinó que el proceso de recuperación de tuberías atascadas, se realizó haciendo uso de diferentes insumos, equipos y herramientas, entre los que destacan la cortadora ademes y las tuberías exteriores BQ, se requirió la participación de 8 trabajadores, considerando turno día y noche y el proceso tuvo una duración de tres días.
- Tercero:** Se determinó los costos del proceso de recuperación de tuberías atascadas, teniendo que la valorización de los costos de recuperación de tuberías, alcanzó un monto de S/.13880.9, los cuales podrían ser tomados en cuenta si una empresa desearía tercerizar este proceso, sin embargo, los costos en los que incurrió la empresa Remicsa Drilling S.A. fueron menores, ya que algunos de los equipos y herramientas usados en la recuperación fueron adquiridos para la perforación, como los EPP y otros equipos, por lo que haciendo un balance, la empresa incurrió en gastos por un valor de S/.3'962.0, también se tiene la valorización del material perdido, equivalente a S/.8'697.1 y el descuento del pago de servicio (30%) de S/.32'016.3.
- Cuarto:** Se determinó los beneficios económicos del proceso de recuperación de tuberías atascadas, teniendo que, se recuperaron 110 tuberías exteriores NQ, valorizando

estos, alcanzaron un total de S/.11000, estas tuberías minimizan los costos de recuperación, ya que de no ser recuperadas hubiesen tenido que adquirirse para hacer la reposición.

RECOMENDACIONES

- Primero:** A la empresa Remicsa Drilling S.A. y a la Compañía Minera Raura S.A., hacer una evaluación más exhaustiva para realizar los procesos de perforación, de manera que pueda prever en su estructura de costos herramientas, equipos y/o maquinarias que sirvan para la solución en caso de presentarse problemas en la perforación, de manera que los costos de cualquier proceso de rescate sean mínimos y se minimicen las implicancias negativas al ocurrir atascamientos e incurrir en gastos de rescate.
- Segundo:** A la empresa Remicsa Drilling S.A., brindar capacitaciones en cuanto a los procedimientos existentes en caso de atascamiento de tuberías, así como organizar talleres, donde se puedan compartir experiencias anteriores con atascamientos o problemas previos al atascamiento, para que los trabajadores sean más cuidadosos y actúen de manera adecuada en caso de presentarse atrapamientos, asimismo, capacitar sobre procedimientos que eviten el atascamiento de tubería o coadyuven a advertir en que situaciones puede ocurrir un atascamiento.
- Tercero:** A la empresa Remicsa Drilling S.A. coordinar con los trabajadores, operadores, perforistas y demás, para hacer una estimación aproximada de las herramientas que se pueden manejar en casos de atascamiento, así como determinar que herramientas se debería de adquirir y tener siempre como apoyo en caso de atascamientos, esto considerando una gestión de riesgos, asimismo los trabajadores pueden considerar la descripción del atascamiento investigado en el presente estudio para incrementar sus conocimientos.
- Cuarto:** A los trabajadores capacitarse en cuanto a las observaciones y prácticas que permitan reconocer un riesgo de atascamiento, tales como tales como el buen llevado del cuaderno de control de corridas de perforación diaria, observación y registro de las fracturas existentes, el tipo de roca y los cambios según la profundidad, la pérdida de agua, la fricción, los sonidos e incluso la observación de los equipos, así como incrementar sus conocimientos para poder realizar un proceso de recuperación minimizando los costos y viendo maneras de recuperar la mayor cantidad posible de herramientas, así como evitar recurrir a herramientas que no ayuden mucho y tengan riesgo de atascarse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barreto, Emerson. 2018. *Supervisión, identificación de peligros y evaluación de riesgos operacionales en el control de los procesos de sondaje diamantino E. E. Redrilsa S.A.C. Mina Constancia.* Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018. ISSN40000.

Boart Longyear. 2013. *Herramientas para usar en el interior de pozos.* Lima: Copyright, 2013. ISBN 4000.

—. **2017.** *Manual de operaciones y servicios.* Lima: s.n., 2017. ISBN2012.

Bustillo, Manuel, y otros. 2001. *Manual de sondeos-Aplicaciones.* Madrid: E.T.S.I. Minas y Energía (UPM), 2001. ISBN84-931292-3-2.

Carvajal, Jorge y otros. 2015. *Desarrollo e implementación de un nuevo plan de mantenimiento para equipos de perforación diamantina.* Colombia: Universidad de Cuenca, 2015. págs. 44-54. ISSN40000.

Chumpitaz, C. 2007. *Estudio geotécnico y geognóstico del subsuelo mediante perforación diamantina.* Lima: Universidad Particular Ricardo Palma, 2007. ISBN40000.

Compañía Minera Raura S.A. 2018. *Informe de RR. HH de operacion Minera Raura.* 2018.

Deza, Jaime y Muños, Sabino. 2012. *Metodología de la investigación científica.* Lima: Universidad Alas Peruanas, 2012. ISBN978-9972-210-45-7.

Diamaco. 2017. *Productos para minería y geotécnia.* Lima: MINING CATALOG SP, 2017.

Diamantina Christensen. 2019. *Manual del Perforista.* 2019.

Fontenot, R., y otros. 2005. *Perforación de pozos direccionales con tubería de revestimiento.* 2005.

Fordia. 2015. *Manual Técnico.* 2015. ISBN4000.

Fundamentos de los fluidos de perforación. **Don, W. 2013.** 1, Houston: s.n., 2013, Vol. XXV.

Garay, Z. 2014. *Análisis de vías de agua de brocas de perforación diamantina mediante simulación numérica.* Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014. ISBN40000.

Gómez, Efraín, y otros. 2009. *Determinación de la viscosidad y su incertidumbre en fluidos de perforación usados en la construcción de pozos geotérmicos: aplicación en el*

campo de Los Humeros, Puebla, México. Mexico: Revista mexicana de ciencias geológicas, 2009. ISSN 1026-8774.

Guerrero, M. 2015. *Aplicación del programa de aseguramiento y control de calidad (QA&QC) en el muestreo geológico de la Mina Subterránea Raura S.A.* Universidad Nacional de Piura. Piura: s.n., 2015. tesis.

Jave, Juan. 2002. *Metodología para la selección y aplicación de equipos de perforación hidráulica tipo diamantina.* Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2002. ISBN4000.

Lambert, Angel. 2009. *Pega y Pesca de Tubería de Pozos.* 2009.

López, C y Bustillo, M. 1998. *Manual de Evaluación y Diseño de Explotaciones Mineras.* Madrid: Entorno Gráfico, 1998. ISBN40000.

López, C., y otros. 2000. *Manual de sondeos-Tecnología de perforación.* Madrid: Carlos Lopez Jimeno, 2000. ISBN84-931292-0-8.

Marinovic, Alex. 2015. *Estudio comparativo de Giroscopios y su Aplicación para el Registro de la Trayectoria de Taladros en Exploraciones Geológicas, Yanacocha, Perú.* Cajamarca – Perú: Universidad Privada del Norte, 2015. ISBN40000.

Mora, Alberto. 2009. *Mantenimiento, Planeación, Ejecución y Control.* Mexico: Alfaomega Grupo, 2009. ISBN: 978-958-682-769-0.

Nayhua, José. 2018. *Diseño de un Plan Mantenimiento con la Metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para Perforadoras Atlas COPCO CT20 en la Empresa Explodrilling.* Arequipa-Perú: Universidad Católica de Santa María, 2018. ISBN40000.

Novales, Alfonso. 2011. *Crecimiento Económico, Desigualdad y Pobreza.* Real Academia de Ciencias Morales y Políticas. 2011.

Osorio, Roy. 2016. *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina superdrill H600 de la empresa Maqpower S.A.C.* Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016. ISBN40000.

Remicsa Drilling, S.A. 2016. *Manual de mantenimiento.* Lima: s.n., 2016. ISBN40000.

Riquelme, D. 2017. *Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles, en las Actividades de Perforación Diamantina, basado en la Norma OHSAS 18001:2007 en la Unidad Minera Cerro Lindo.* Facultad de Geología, Geofísica y Minas, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa: s.n., 2017. Tesis de pregrado.

Rosales, Oscar. 2002. *Innovación tecnológica en perforación diamantina*. Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2002. uni/12254.

Rosas, E. 2018. *Proceso de mejora del programa de observadores para optimizar la gestión de seguridad y reducir la accidentabilidad en Compañía Minera Raura*. Facultad de Geología, Geofísica y Minas, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa: s.n., 2018. Tesis de pregrado.

Sacristan, Francisco. 2000. *Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa*. Madrid: Fund. CONFEMETAL Editorial, 2000.

Suaña, A. 2017. *Formulación de un modelo geológico – estructural, en el Sistema Skarn Santa Rosa Compañía Minera Raura*. Arequipa, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 2017. Tesis de pregrado.

Totten, George. 2004. *Cronograma de la historia del Comité D02 sobre Productos y Lubricantes de Petróleo y momentos clave en la historia de las industrias petroleras y afines*. 2004.

Urteaga, Eduardo y Cotrina, Juan. 2016. *Optimización del porcentaje de recuperación de testigos de sondajes diamantinos en rocas fracturadas, aumentando la viscosidad de los fluidos de perforación y variando parámetros operacionales en minera condestable, 2016*. Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2016. Tesis de pregrado. ISSN400000.

ANEXOS

Anexo 1-a: MATRIZ DE CONSISTENCIA
RECUPERACIÓN DE TUBERÍAS ATASCADAS EN TALADROS DE PERFORACIÓN DIAMANTINA (DDH) Y SU
IMPLICANCIAS ECONÓMICA EN LA EMPRESA REMICSA DRILLING EN LA UNIDAD MINERA RAURA S.A. - 2018

Problema General Principal	Objetivos Objetivo General	Hipótesis Hipótesis General	Variables e Indicadores Variable X = Variable	Metodología Tipo y nivel de Investigación
<p>¿Cuáles son las implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>a. ¿Cómo fue el proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018?</p> <p>b. ¿Cuáles fueron los costos del proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018?</p> <p>c. ¿Cuáles fueron los beneficios económicos del proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018?</p>	<p>Determinar las implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>a. Determinar el proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018.</p> <p>b. Determinar los costos del proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018.</p> <p>c. Determinar los beneficios económicos del proceso de recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) en la empresa Remicsa Drilling en la Unidad Minera Raura S.A. 2018.</p>	<p>Las implicancias económicas de incurrir en un atascamiento y por consiguiente un proceso de recuperación, son principalmente negativas, ya que, aunque se logre recuperar parte del material, los ingresos y ganancias que se hubiesen obtenido sin el atascamiento se llegan a perder.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>a. El proceso de recuperación, se realizó con la cortadora ademes, que requirió la participación de trabajadores y el uso de recursos materiales, insumos y otros.</p> <p>b. La valorización de los costos de recuperación de tuberías, supone un costo de mano de obra, recursos materiales, insumos y otros, así como la valorización del material perdido y un descuento por presentarse el atascamiento de tuberías.</p> <p>c. En cuanto a los beneficios económicos, los materiales recuperados minimizan los costos de reposición por alquiler.</p>	<p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implicancias económicas de la recuperación de tuberías atascadas <p>Indicadores:</p> <p>1.1. Costos de recuperación</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Costo de recursos materiales usados en el proceso de recuperación - Costo de equipos y herramientas - Costos de otros recursos materiales b. Costo de insumos usados en el proceso de recuperación - Costos de aditivos, etc.) c. Costo de recursos humanos empleados en el proceso de recuperación - costo de la mano de obra d. Otros costos (Servicios, agua, luz) <p>1.2. Beneficios económicos de la recuperación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valor del material recuperado <p>Variable Y = Variable</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH) <p>Indicadores:</p> <p>Cantidad de tuberías atascadas recuperadas en el proceso de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2.1. Extracción de tubería - 2.2. Desembonado y embonado de tubería - 2.3. Traslado de tubería al caballete 	<p>Metodología Tipo y nivel de Investigación</p> <p>Descriptivo</p> <p>Método y Diseño de la Investigación</p> <p>No experimental longitudinal</p>

Anexo 1-b: Operacionalización de variables

Operacionalización de la variable Recuperación de tuberías atascadas

Variables	Indicadores	Índices
1. Recuperación de tuberías atascadas en taladros de perforación diamantina (DDH)	Cantidad de tuberías atascadas recuperadas en el proceso de: <ul style="list-style-type: none"> 1.1.Extracción de tubería Parámetros de operación de los procesos <ul style="list-style-type: none"> a. Accesorios de recuperación b. Uso de aditivos <ul style="list-style-type: none"> - CR – 650 - Eze trol - Wáter treatment “pH” - Bentonita 1.2.Desembonado y embonado de tubería 1.3.Traslado de tubería al caballete 	Unidades <ul style="list-style-type: none"> - Kg - Lt - Kg - Kg hrs hrs

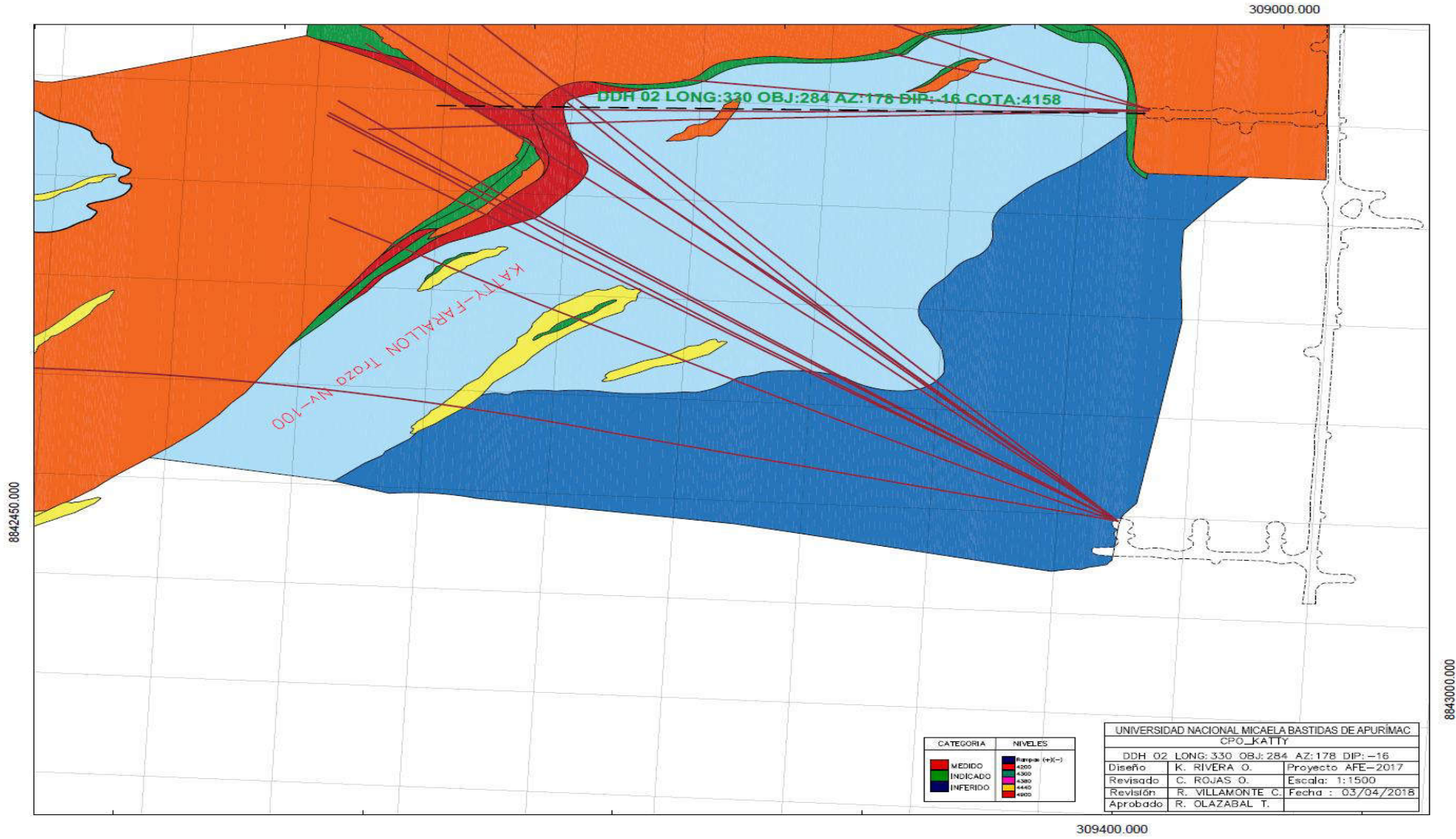
Fuente: Elaboración propia

Operacionalización de la variable Implicancias económicas.

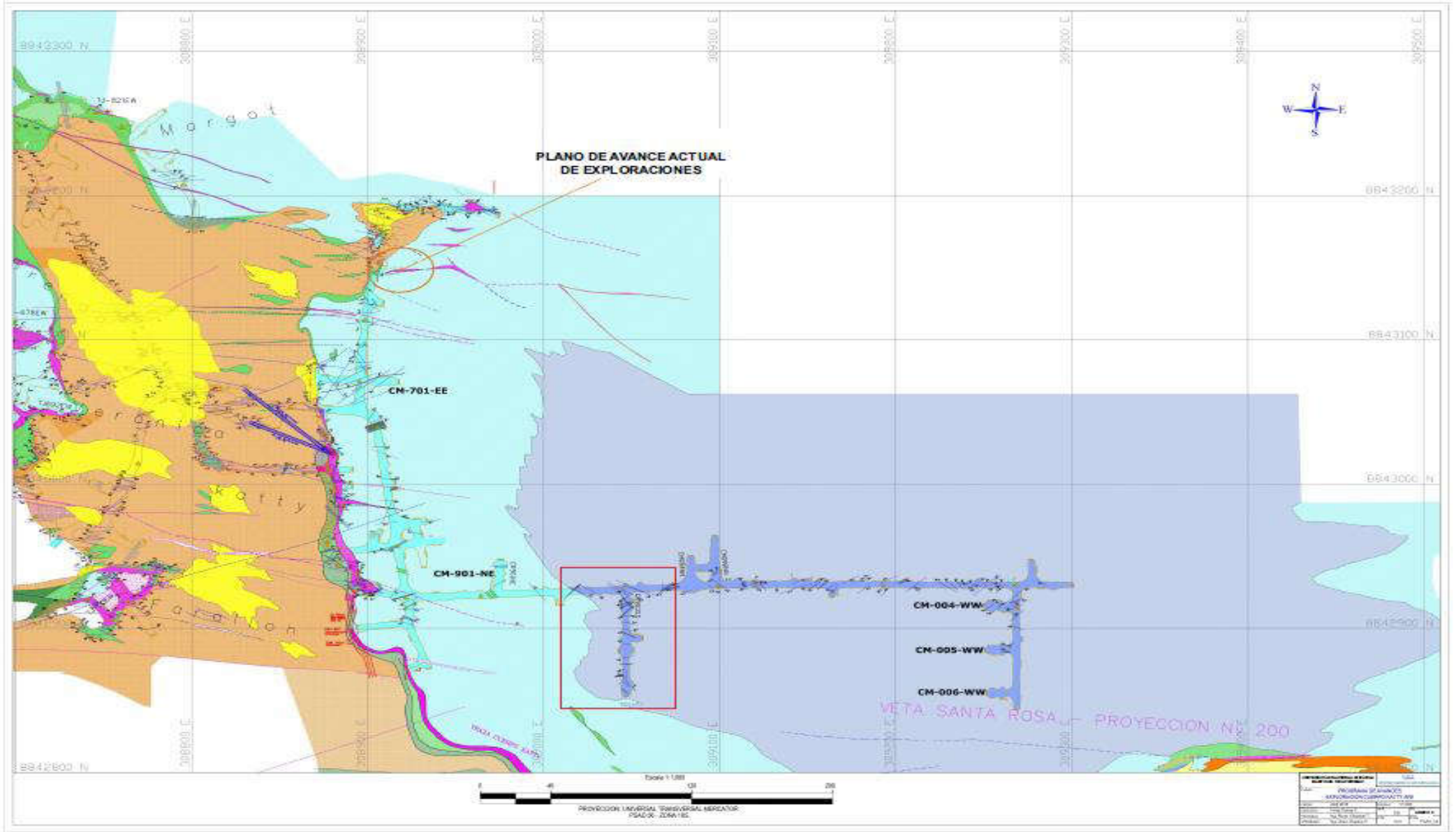
VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
2. Implicancias económicas	2.1. Costos de recuperación <ul style="list-style-type: none"> e. Costo de recursos materiales usados en el proceso de recuperación. <ul style="list-style-type: none"> - Costos de equipos y herramientas - Costos de otros recursos materiales f. Costo de insumos usados en el proceso de recuperación <ul style="list-style-type: none"> - Costos de aditivos, etc.) g. Costo de recursos humanos empleados en el proceso de recuperación <ul style="list-style-type: none"> - Costo de la mano de obra h. Otros costos (Servicios, agua, luz, ...) 	- TOTAL S/.13'880.9 - RECURSOS MATERIALES S/.11'598.2 - (INSUMOS) Aditivos en el proceso de recuperación S/.304.1 - RECURSOS HUMANOS S/. 978.6 - GASTOS ADMINISTRATIVOS Y SERVICIOS S/. 1000 Unidades monetarias en soles
	2.2. Beneficios económicos de la recuperación <ul style="list-style-type: none"> - Valor del material recuperado 	S/.50'835

Fuente: Elaboración propia

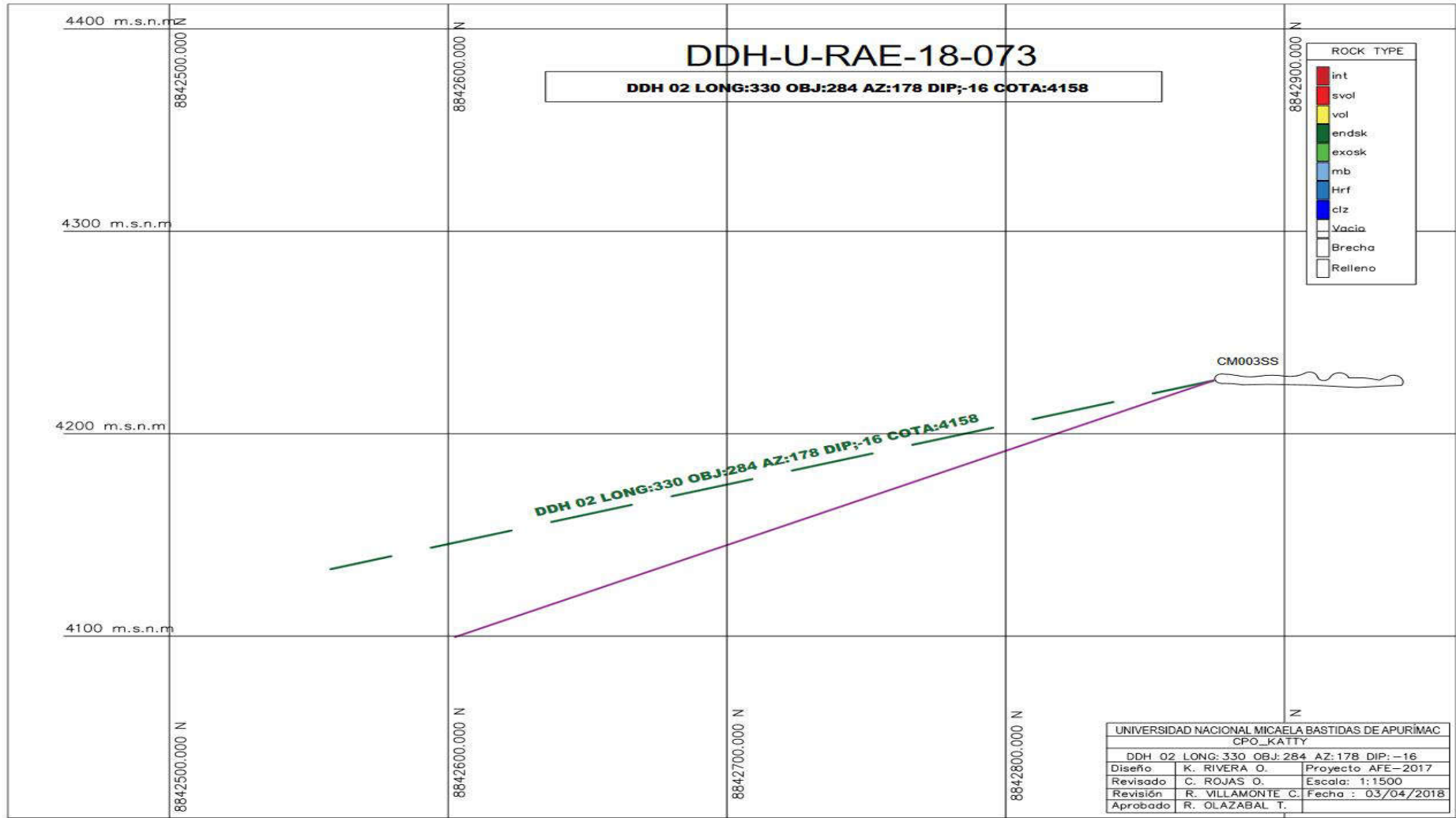
Anexo 2. Ubicación de la perforación



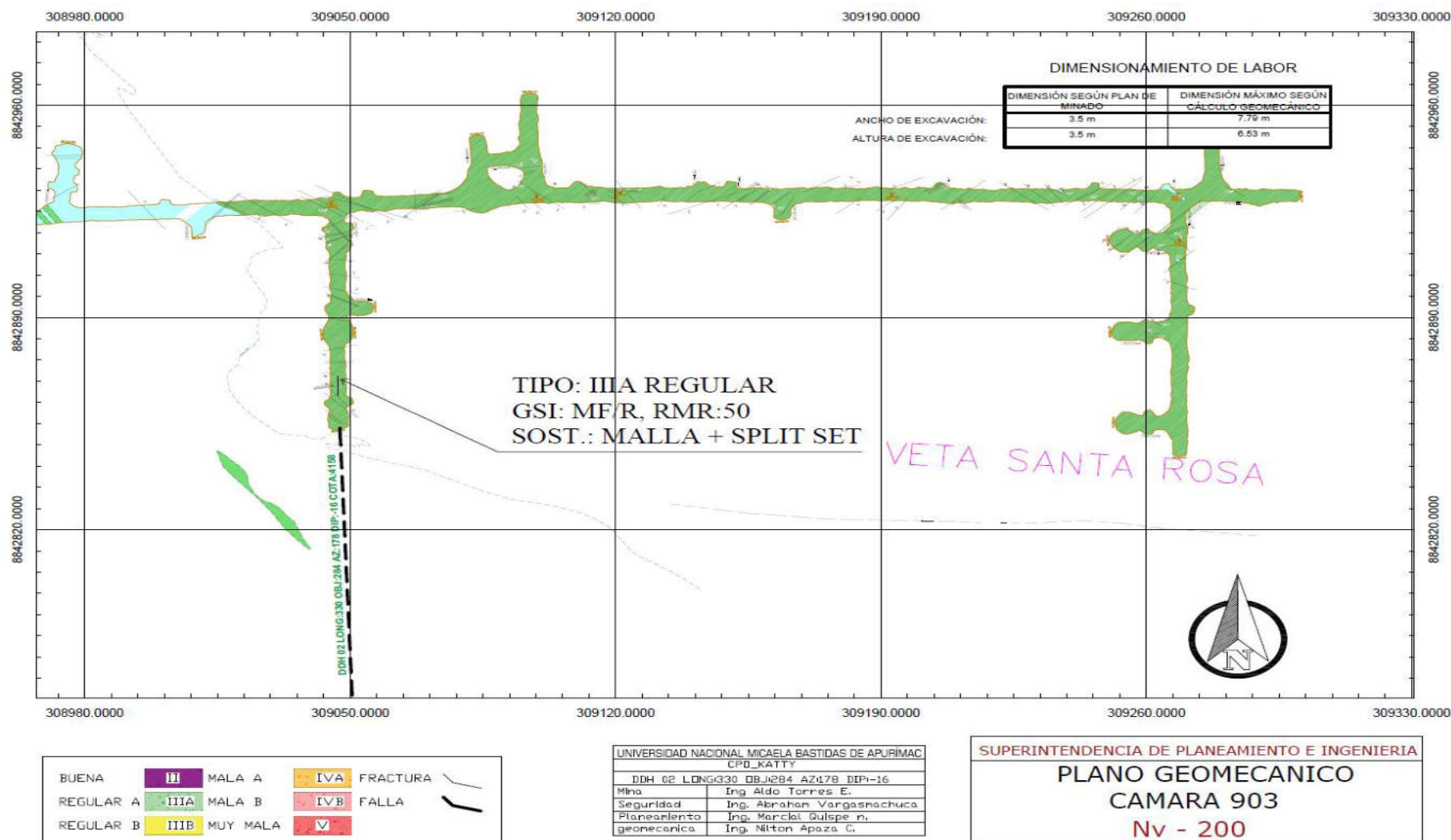
Anexo 3. Mapa de la exploración



Anexo 4. Plano DDH-U-R-RAE - 18 - 073



Anexo 5. Geomecánica del macizo rocoso



Anexo 6. Tabla geomecánica

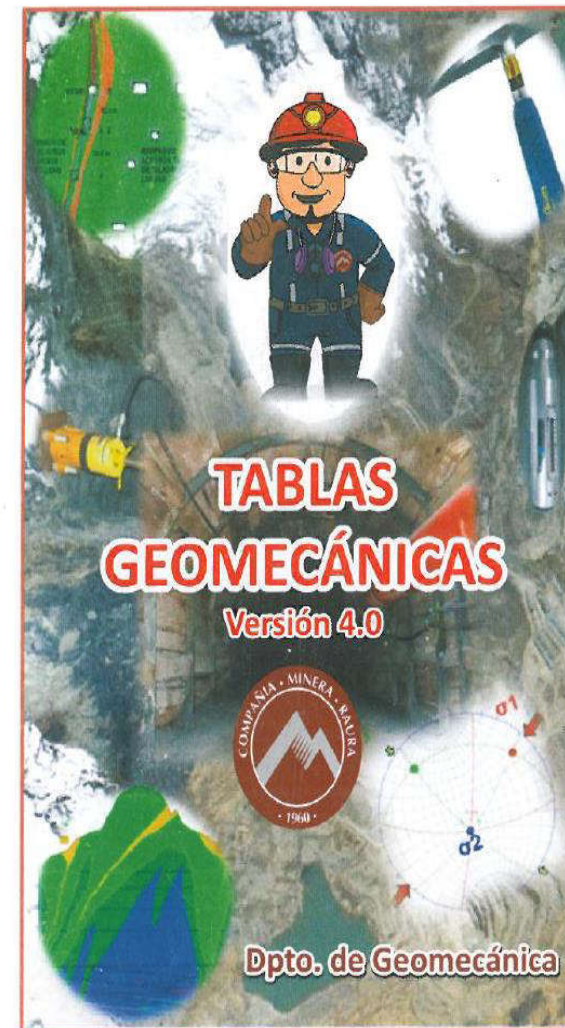
PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DE LA TABLA

La utilización de esta tabla se basa en la aplicación del Índice de Resistencia Geológica (G.S.I), definiéndose dos parámetros: condiciones estructurales y superficiales de la masa rocosa:

- 1.- Definir la condición estructural midiendo la cantidad de fracturas por metro lineal, previamente lavadas las paredes de la labor.
- 2.- Definir la condición de la roca (resistencia) con golpes de picota o barretilla en las paredes de la excavación.
- 3.- En zonas con factores influyentes (flujo de agua, relajamiento de roca, voladura deficiente, presencia de fallas, zona de intersecciones); el G.S.I se modifica seleccionando el color inmediato inferior (menor calidad G.S.I)
- 4.- Interceptar la condición con la estructura para seleccionar el tipo de sostenimiento de acuerdo al laboreo que se está ejecutando (labores de avance >= 3.5m de abertura y labores de explotación >= 5.0m de abertura).
- 5.- Tomar en cuenta que el sostenimiento óptimo, consiste en colocar el sostenimiento adecuado en el momento oportuno.

TABLA GEOMECANICA RMR
VALUACION DE LA MASA ROCOSA
BIENIAWSKY (1989)
CLASIFICACION GEOMECANICA Y TIPOS DE SOSTENIMIENTO

TIPO	CALIDAD	TIPOS DE SOSTENIMIENTO	ALGUNAS CARACTERISTICAS Y SOSTENIMIENTO ASOCIADO	TIPOS GSI	GSI	RMR
I	MUY BUENA		Macizo rocoso alta resistencia con muy pocas fracturas, seca o ligeramente alterada, seca o con poca humedad en algunos casos. <small>SIN SOPORTE Y PERNOS PUNTALES</small>	LF/B	76	85 90
II	BUENA		Macizo rocoso con pocas fracturas, ligera alteración y en algunos casos húmeda. Se rompe con varios golpes de picota. <small>PERNOS SISTEMATICOS</small>	LF/R, F/B LF/P, F/R, MF/B	66	75 71 80
III A	REGULAR		Macizo rocoso con regular cantidad de fracturas, presencia de algunas fallas menores de moderada o fuerte alteración, con goteo permanente por fracturas. Se rompe con uno o dos golpes de picota. <small>PERNOS SISTEMATICOS Y PERNOS + MALLA</small>	LF/MP, F/P, MF/R, IF/B F/MP, MF/P IF/R	46	55 51 60
III B					36	45 41 50
IV A	MALA		Macizo rocoso muy fracturado con algunas fallas panizadas, fuertemente alterado con mucho goteo continuo y flujo de agua. Se incide superficialmente con la picota. <small>SHOTCRETES MAS PERNOS Y SHOT. MAS PERNOS CON MALLA</small>	MF/MP IF/P	26	35 31 40
IV B					16	25 21 30
V	MUY MALA		Macizo rocoso totalmente infiltrado o brechado con muchas fallas panizadas, altamente alterado con flujo constante de agua. Se incide con la picota mas de 5.0m. <small>SHOTCRETES MAS MALLA CON PERNOS Y SHOT-CRETE</small>	T/MP	0	16 0 21



(Continuación)

TABLA GSI



CIA. MINERA RAURA S.A.
DEPARTAMENTO DE GEOMECÁNICA
(GEOLOGICAL STRENGTH INDEX)
(INDICE GEOLOGICO DE RESISTENCIA)
(MOEK (1997), KAISER & BAWDEN (1958))

CONDICION

	BUENA	REGULAR	POBRE	MUY POBRE
B				
R				
P				
MP				

BUENA (MUY RESISTENTE, FRESCA)
SOLIDAS, CILINDRICAS, DISCONTINUIDADES MUY RARAS, CERRADAS, CERRADAS.
(CSE ROMPE CON VARIOS GOLPES DE PICOTA)

REGULAR (RESISTENTE, LEVEMENTE ALTERADO)
DISCONTINUIDADES RUGOSAS, LEVEMENTE ALTERADA, MANCHA DE OXIDACION, LIGER CSE ROMPE CON 1 O 2 GOLPES DE PICOTA

POBRE (MODER. RESIST. LEVE A MODER. ALTER.)
DISCONTINUIDADES LISAS MODERADAMENTE ALTERADA, LIGERAMENTE ABIERTAS, SUPERFICIE MUY LIGERAMENTE COCIDA

MUY POBRE (BLANCO, MUY ALTERADA)
SUPERFICIE PULIDA O CON EXTRACCIONES MUY ALTERADA RELLENO COMPACTO O CON FRAGMENTOS DE ROCA (Rc 5 A 25 MPa) (CSE INDENTA MAS DE 5 mm.)

CARACTERÍSTICAS DEL MACIZO ROCOSO SEGÚN GSI

Se basa en la cantidad de fracturas por metro lineal, medidos insitu con un flexómetro.
La mala voladura afecta esta condición.
La resistencia se determina golpeando o indentando la roca con una picota, se toma en cuenta la rugosidad, alteración de paredes y relleno de las discontinuidades.

LABOR TEMPORAL: PERNO SPLIT SET
LABOR PERMANENTE: PERNO HELICOIDAL

ESTRUCTURA

F MODERADAMENTE FRACTURADO MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES (RQD 50 - 75) (6 A 12 FRACTURAS POR METRO)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
MF MUY FRACTURADO MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES (RQD 25 - 50) (12 A 20 FRACTURAS POR METRO)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
IF INTENSAMENTE FRACTURADO PLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES (RQD 0 - 25) (MAS DE 20 FRACTURAS POR METRO)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
T TRITURADA O BRECHADA LIGERAMENTE TRABADA, MASA ROCOSA EXTREMADAMENTE ROTA CON UNA MEZCLA DE FRAGMENTOS FACILMENTE DESGREGABLES, ANGULOS Y REDONDEADOS (SIN RQD)	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)

TIPOS DE SOSTENIMIENTO

LABORES DE AVANCE >= 3.5 M.




A	Perno Sistemático de 7'.
B	Perno Sistemático de 7'.
C	Malla Electrosoldada + Perno Sistemático de 7'.
D	Shotcrete de 2" + Perno Sistemático de 7'.
E	Shotcrete de 3" + Malla Electrosoldada + Perno Sist. de 7'.
F	Shotcrete de 4" + Malla Electrosoldada + Perno Sist. de 7' ó Cimbras Metálicas esp. desde 0.8m a 1.2m

LABORES DE EXPLOTACIÓN >= 5 M.

A	Perno Sistemático de 7'.
B	Perno Sistemático de 7'.
C	Malla Electrosoldada + Perno Sistemático de 7'.
D	Shotcrete de 2" - 3" + Malla con Perno Sistemático de 7'.
E	Shotcrete de 2" + Malla Electr. con Perno Sist. de 7'. Shotcrete de 1" a 2"
F	Shotcrete de 2" + Malla Electr. con Perno Sist. de 7'. Shotcrete de 2" a 3"


METODOLOGÍA DE APLICACIÓN

CONSIDERACIONES DEL USO DE LA TABLA GSI


INDICE G.S.I.	INDICE RMR	TIPOS DE FRACTURAMIENTOS
MODERADAMENTE FRACTURADA / BUENA (F/B)	70 - 80	 <p>LEVEMENTE FRACTURADO (LF) 2-6 fracturas/m.</p>
MODERADAMENTE FRACTURADA / REGULAR (F/R)	60 - 70	
MODERADAMENTE FRACTURADA / POBRE (F/P)	50 - 60	
MUY FRACTURADA / BUENA (MF/B)	60 - 70	
MUY FRACTURADA / REGULAR (MF/R)	50 - 60	
MUY FRACTURADA / POBRE (MF/P)	40 - 50	
MUY FRACTURADA / MUY POBRE (MF/MP)	30 - 40	 <p>MODERADAMENTE FRACTURADO (F) 6-12 fracturas/m.</p>
INTENSAMENTE FRACTURADA / REGULAR (IF/R)	40 - 50	
INTENSAMENTE FRACTURADA / POBRE (IF/P)	30 - 40	
INTENSAMENTE FRACTURADA / MUY POBRE (IF/MP)	20 - 30	
TRITURADO O BRECHADO / REGULAR (T/R)	30 - 40	
TRITURADO O BRECHADO / POBRE (T/P)	20 - 30	
TRITURADO O BRECHADO / MUY POBRE (T/MP)	10 - 20	 <p>MUY FRACTURADO (MF) 12-20 fract./m.</p>

FACTORES INFLUYENTES

SIN FACTORES INFLUYENTES



CON FACTORES INFLUYENTES



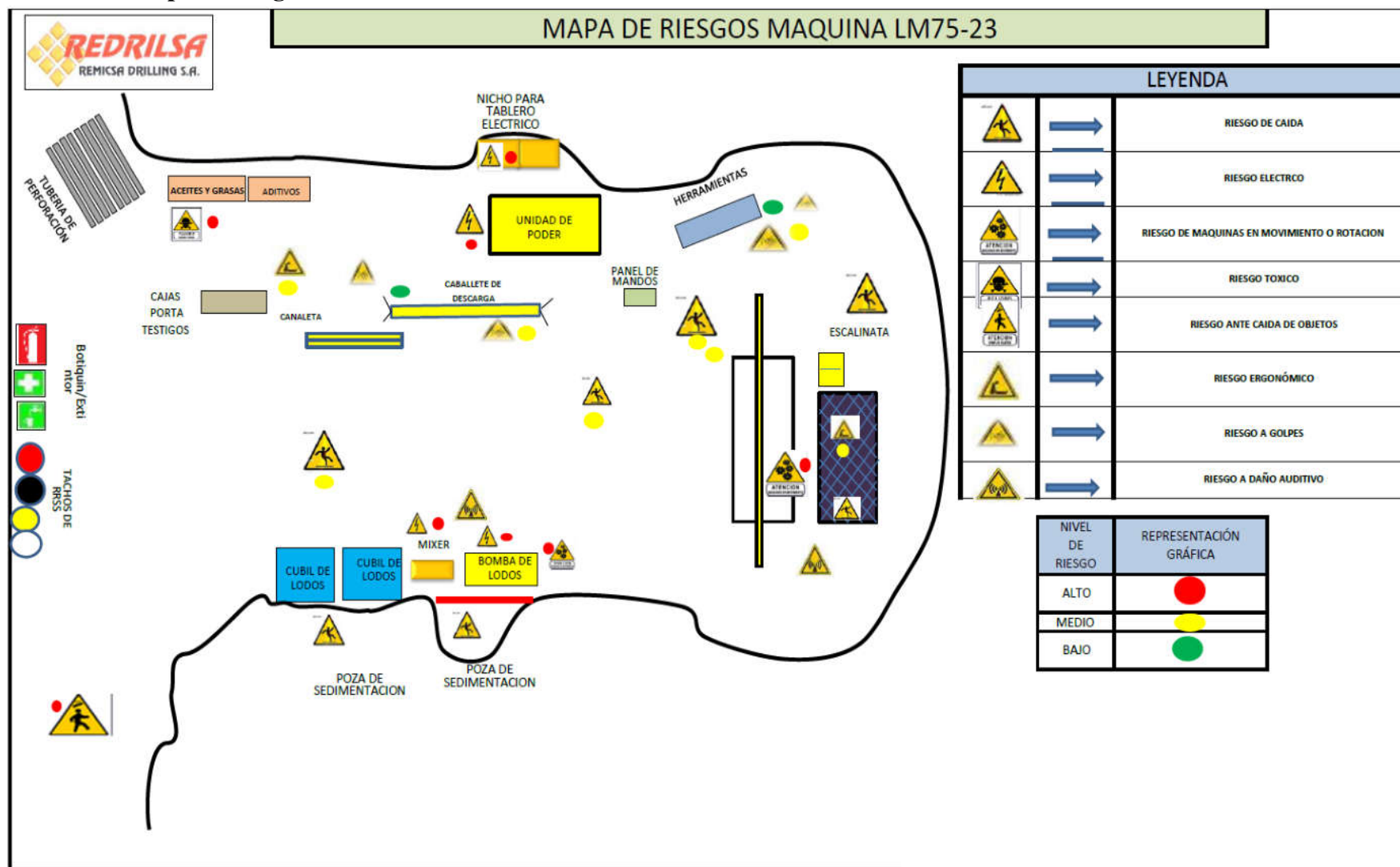
FLUJO DE AGUA
RELAJAMIENTOS DE ROCA
VOLADURA DEFICIENTE
PRESENCIA DE FALLAS
ZONA DE INTERSECCIONES

CONSIDERACIONES PARA EL SOSTENIMIENTO

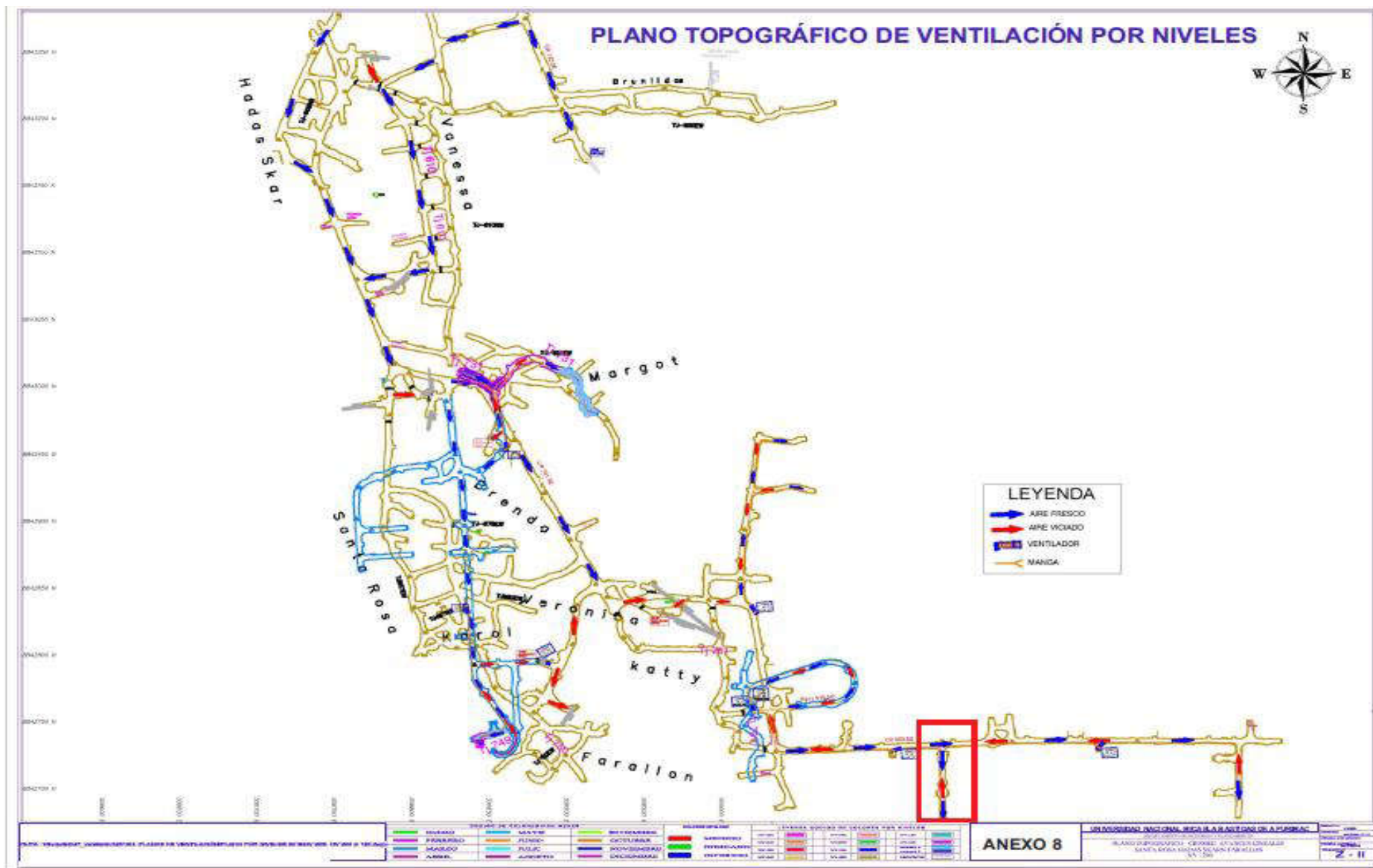
- En Zonas de Taladros Largos:**
Se sostendrá con malla mas pernos sistemáticos las siguientes labores:
- Ventana de acceso para limpieza de mineral
- Bypass y subniveles de la zona de taladros largos.
- Longitud del perno a usar:**
Sección de excavación >= 3.5m usar 7pies
Sección de excavación <= 3m usar 5pies
- Cam. DDHH, RB, Subestaciones e Intersecciones:**
Usar pernos de 7 pies + malla
- Cam. Bombeo, Polvorin, Refugio Minero, Comedor:**
Shotcrete + perno sistemático + malla.
- Zona con relajamiento de rocas:**
Perno sistemático + malla.
- Zona de intersecciones:**
Perno sistemático + malla.



Anexo 7. Mapa de riesgos



Anexo 8. Mapa de ventilación



Anexo 9. Formato de monitoreo de gases

REDRILSA Remicsa Drilling S.A.	REGISTRO					CÓDIGO	RE- RAU- GEO			
						REVISADO	V1			
	MEDICIÓN DE GASES Y OXIGENO EN INTERIOR MINA					APROBADO	1/01/2006			
						PÁGINA	1 DE 1			
NOMBRE DEL RESPONSABLE DE LA MEDICIÓN:					FIRMA					
FECHA:	10/06/2018			TURNO:	DIA					
EQUIPO UTILIZADO	ALTAIR 5X									
ÍTEM	NIVEL	LABOR	MAQUINA	HORA	CONCENTRACIÓN DE GASES					OBSERVACIONES
					O ₂ (%)	CO (PPM)	CO ₂ (PPM)	NO ₂ (PPM)	H ₂ S (PPM)	
	LIMITES MÍNIMOS PERMISIBLES				19.5		5%			
	LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES					25	5000	3	10	
1	200	903	75 - 23	07:00	20.8	0	0.03	0	0	
2	200	903	75 - 23	08:00	20.7	0	0.03	0	0	
3	200	903	75 - 23	09:00	20.8	0	0.02	0	0	
4	200	903	75 - 23	10:00	20.8	0	0.03	0	0	
5	200	903	75 - 23	11:00	20.6	0	0.03	0	0	
6	200	903	75 - 23	12:00	20.8	0	0.02	0	0	
7	200	903	75 - 23	02:00	20.8	0	0.02	0	0	
8	200	903	75 - 23	03:00	20.6	0	0.03	0	0	
9	200	903	75 - 23	04:00	20.8	0	0.03	0	0	
10	200	903	75 - 23	05:00	20.8	0	0.03	0	0	

Anexo 10. IPERC continuo, orden de trabajo, check list de labores mineras.

- IPERC continuo

REDRILSA Remicsa Drilling S.A.		IPERC CONTINUO			Código: RE-01	U.M. ACUMULACIÓN RAURA			
					Versión: 01				
					Página: 1 de 1				
FECHA, LUGAR Y DATOS DE TRABAJADORES:									
FECHA	HORA	NIVEL	LABOR	APELLIDO Y NOMBRE		FIRMA			
10/06/2018	08:00	200	903	Rolando Zuñiga		Perforista			
10/06/2018	08:00	200	903	Leandro Villareal Noe		Ayudante			
10/06/2018	08:00	200	903	Huisa Egoavil M		Ayudante			
DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO ¿Qué pudo dañarme?	RIESGO ¿Qué puede pasar?	RIESGO BASE (Alto, medio, bajo)			MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR (Eliminación, sustitución, control de ingeniería, control administrativo, EPP)	RIESGO RESIDUAL (Alto, medio, bajo)			CONTROLES RESIDUALES (Para uso del supervisor)
		A	M	B		A	M	B	
Rocas sueltas	Aplastamiento (Fatalidad)	5			* Desate de labor * Uso de barretilla		12		* Colocar vigia * Iluminación constante
Gases	Exposición a la deficiencia de oxígeno	8			* Uso de Altar 5x * Ventilar la labor.		9		* Anotar en pizarrín cada 1 hr
Productos químicos	Contacto con la piel sustancias dañinas		9		*Uso de EPPs (Lentes, respirador, guantes etc.)			17	*Contar con hojas de MSDS de todo el producto
Herramientas inadecuadas	Golpe por caída de herramienta		9		*Inspeccionar la herramienta *Realizar su check list			17	* Uso de EPPs

Partes de rotación	Atrapamiento de manos (Lesiones)	5			*Colocar guardas de protección	12		*Realizar check list de la maquina
					*No exponerse a la línea de fuego.			*Concentrarse en el trabajo
Ruido	Exposición al ruido (Sordera, hipoacusia)		13		*Usar tapones, orejeras, cortaviento.		20	*No exponerse al ruido
Cable wire line	Atrapamiento de las extremidades	8			*No exponerse a la línea de fuego.	9		*Comunicación constante perforista y ayudante
Desorden	Caída en el mismo nivel (Personal)		14		*Mantener orden y limpieza en el área de trabajo		21	*Reciclar de acuerdo a su disposición de residuo

SECUENCIA PARA CONTROLAR EL PELIGRO Y REDUCIR EL RIESGO.

1.- Inspeccionar el área de trabajo (Cámara, maquinaria y herramientas)

2.- Llenado de herramienta de gestión

3.- Mantener comunicación constante el perforista y ayudantes

4.- Hacer constante orden y limpieza

DATOS DE LOS SUPERVISORES:

HORA	NOMBRE DEL SUPERVISOR	MEDIDAS CORRECTIVAS / RECOMENDACIÓN	FIRMAS
10:00A M	Claudio Martinez	Cumplir con los PETS	

- orden de trabajo

REDRILSA Remicsa Drilling S.A.	ORDEN DE TRABAJO	Código: RE-RAU- GEO-OT.01	U.M. ACUMULAC IÓN RAURA
		Versión: 01	
		Página: 1 de 1	
ORDEN DE TRABAJO EN REPARTO DE GUARDIA			
ÁREA/EMPRESA: Geología / Remicsa Drilling S.A. _____			
FECHA: 10/06/2018			
NIVEL: 200 _____ LABOR: _Cámara LM -75 - 23 _____			
TURNO: Dia:X. Noche....			
	APELLIDO Y NOMBRE	CARGO	FIRMA
Supervisor	Claudio Martinez	Supervisor	
Trabajador(es)	Rolando Zuñiga	Perforista	
	Leandro Villarreal Noe	Ayudante	
	Huisa Egoavil Michael	Ayudante	
TAREA A REALIZARSE:			
1) Inspección del acceso y de la cámara DDH			
2) Llenar la herramienta de gestión			
3) Hacer orden y limpieza			
4) Continuar con la perforación			
5) Recojo de lodos			
PELIGROS EXISTENTES		MEDIDAS DE CONTROL	
* Vehículos en movimiento		* Uso de refugio, hacer señales con la linterna minera hacia adelante	
* Rocas sueltas		* Hacer inspección de la cámara, desatar entre dos personas uno de vigia otro en el desquinche.	
* Acumulación de monóxido		* Ver si la ventilación funciona, monitorear constante con el ALTAIR 5X, anotar en la pizarra la medición de gases y oxígeno, si no hubiera oxígeno evacuar.	
ORDEN DE TRABAJO EN LA LABOR:			
	APELLIDO Y NOMBRE	CARGO	FIRMA
Supervisor	Claudio Martinez	Supervisor	
TAREAS A REALIZARSE:			
1) Continuar la perforación de acuerdo al procedimiento			
2) hacer mantenimiento de barras con presencia del mecánico			
3) vaciado de testigos de acuerdo al procedimiento			
PELIGRO POTENCIAL DE ALTO RIESGO		MEDIDAS DE CONTROL INMEDIATA	

* Maniobra de tuberías	* Comunicación efectiva, estar atento en todas las maniobras de la tarea		
	hacer uso correcto de EPP		
* Piso resbaloso	* Hacer constante limpieza del piso, caminar con pasos firmes		
* Uso de herramientas manuales	* Hacer uso correcto de las herramientas manuales, no usar herramientas		
	hechizas		
EJECUCIÓN DE	BUENO	REGULAR	POR MEJORAR
PETS	X		
Estándares	X		
Acciones preventivas	Cumplir con el PETS de perforación diamantina.		
Recomendaciones del supervisor			

- Check list de labores minera.

REDRILSA Remicsa Drilling S.A.	CHECK LIST DE LABORES MINERAS		CÓDIGO	RE-RAU		
FECHA:			VERSIÓN	1		
		PÁGINA	1 de 1			
REGISTRO						
INSPECCIÓN POR GUARDIA DE LABORES MINERAS						
NOMBRE FIRMA GRUPO. ___A___ LÍDER. _Rolando Zuñiga_ LABOR. ___CÁMARA 903___ AYUDANTE. _Huisa Egoavil M___ TURNO. ___DIA___ AYUDANTE. _Leandro Villarreal N___ FECHA. ___10/06/2018___						
ACTIVIDAD	CONFORMIDAD	NO CONFORMIDAD	OBSERVACIONES Y MEDIDAS TOMADAS	BUENO	REGULAR	POR MEJORAR
ACCESO		X	Vías y rampas			X
VENTILACIÓN	X		Ventiladores	X		
DESATE			¿Se cuenta y se usa barretillas adecuadas?	X		
			Se inicia el desatado desde afuera hacia el frente, desde un sitio seguro?	X		

	X		¿Se posiciona la barretilla a 45° aproximadamente?	X		
			Se verifica que los "bancos" no estén encima del personal que desata.	X		
			Se toca con la punta de la barretilla la roca, para determinar si esta "floja" o "bombo"	X		
SOSTENIMIENTO	X		Se realiza desate manual en avance hacia el frente			
EPP	X					
ORDEN Y LIMPIEZA	X					
EQUIPOS HERRAMIENTAS	X					
PLANEAMIENTO MICRO			1.- Inspección de la cámara 2.- Llenar herramienta gestión 3.- Perforación 4.- Vaciado de muestra 5.- Orden y limpieza			
	BUENO (A)		REGULAR (B)	POR MEJORAR (C)		
Pets	X					
Estándar	X					
Acciones preventivas	Inspección del acceso hacia la cámara					
Restricciones						
HORA	NOMBRE DEL SUPERVISOR			FIRMA		

Anexo 11. Check list de la máquina perforadora diamantina.

REDRILSA Remicsa Drilling S.A.		CHECK LIST MAQUINA PERFORADORA DIAMANTINA			CÓDIGO	RE-RAU- GEO
					VERSIÓN	1
					PÁGINA	1 de 1
NIVEL: 200				FECHA: 10/06/2018		
MAQUINA: LM - 75 - 23				GUARDIA: A		
PERFORISTA:				HORÓMETRO:		
CONDICIÓN DE LA LABOR: BUENO: X MALO.....				CONDICIÓN FINAL: SOLUCIONADO..... IGUAL: X		
ÍTE M	ELEMENTOS	SI	NO	OBSERVAC IÓN	CÓDIGO FINAL	
MAQUINAS DE PERFORACIÓN						
1	BOTÓN DE ARRANQUE Y PARADA	X				
2	FILTROS HIDRÁULICOS	X				
3	GOTEO Y FILTRO DE ACEITE HIDRÁULICO	X				
4	ENGRASE DE FITTINGS	X				
5	NIVEL DE TRANSMISIÓN	X				
6	ENGRASE DE CABEZAL	X				
7	PISTÓN HIDRÁULICO	X				
8	GUINCHE DE WIRELINE	X				
9	MORDAZAS (UNIDAD DE ROTACIÓN)	X				
10	MORDAZAS (ROD HOLDER)	X				
11	MANGUERAS Y UNIONES HIDRÁULICOS	X				
12	CHASIS, GUARDAS AJUSTE DE PERNOS	X				
13	BASES ANCLAJES	X				
UNIDAD DE POTENCIA						
14	MOTOR ELÉCTRICO - CAJABREAKER	X				
15	MOTOR HIDRÁULICO (RUDO)	X				
16	CAJAS Y CONEXIONES ELÉCTRICAS	X				
17	NIVEL DE ACEITE - TEMPERATURA (UNIDAD DE POTENCIA)	X				
18	BOMBAS HIDRÁULICAS (PRINCIPAL - SERVICIOS)	X				
19	FILTROS HIDRÁULICOS	X				
20	MANGUERAS Y UNIONES HIDRÁULICOS	X				
BOMBA DE LODOS						
21	NIVEL DE ACEITE DE BOMBA DE LODOS	X				
22	CHASIS, GUARDAS AJUSTE DE PERNOS	X				
23	ENGRASE DE LA BOMBA DE LODOS	X				
24	BOMBA DE LODOS (CHAMBER Y ESPÁRRAGOS)	X				
25	MOTOR ELÉCTRICO - CAJABREAKER	X				
26	CADENAS	X				
PANEL DE CONTROL						
27	VÁLVULAS OPERATIVAS	X				
28	MANGUERAS Y UNIONES HIDRÁULICOS	X				
29	MANÓMETROS, TANQUES Y ENFRIADOR HIDRÁULICO	X				
30	PRESIÓN HIDRÁULICO SEGÚN ESTÁNDAR	X				

OBSERVACIONES			
LOS SUPERVISORES EN LA RESPONSABILIDAD DE REGISTRAR SU VISITA.			
SUPERVISOR:	HORA	FIRMA	

- Check list de herramientas manuales.

REDRILSA Remicsa Drilling S.A.	CHECK LIST DE HERRAMIENTAS MANUALES			CÓDIGO	RE-RAU- GEO
				VERSIÓN	1
				PÁGINA	1 de 1
MAQUINA: LM - 75 - 23		TURNO: Mañana			
PERFORISTA:		FECHA: 10/06/2018			
AYUDANTE:		NIVEL: 200			
AYUDANTE:		CÁMARA: 903			
		CONDICIONES			
ÍTEM	HERRAMIENTAS MANUALES	B	M	R	
1	Llave stilson 36"	X			
2	Llave stilson 24"	X			
3	Llave stilson 18"	X			
4	Llave media luna HQ	X			
5	Llave media luna NQ	X			
6	Llave media luna BQ	X			
7	Llave allen en MM	X			
8	Llave allen en PLG	X			
9	Comba de 6 o 15 LBS	X			
10	Martillo de goma	X			
11	Martillo carpintero	X			
12	Llave francesa de 15"	X			
13	Llave francesa de 12"	X			
14	Lima plana	X			
15	Lima triangular	X			
16	Lima redonda	X			
17	Llave mixta de 10 a 32 MM	X			
18	Llave mixta de 3/8" a 1 1/4"	X			
19	Juego de dados en MM	X			
20	Alicate mecánico	X			
21	Alicate a presión	X			
22	Destornillador eléctrico	X			
23	Destornillador plano	X			
24	Grasera manual	X			
25	Arco de sierra	X			
26	Nivel de mano	X			
27	Inclinómetro	X			
28	Escobilla de acero	X			
29	Lampa	X			
30	Pico	X			
LOS SUPERVISORES EN LA RESPONSABILIDAD DE REGISTRAR SU VISITA:					
SUPERVISOR:	HORA		FIRMA		

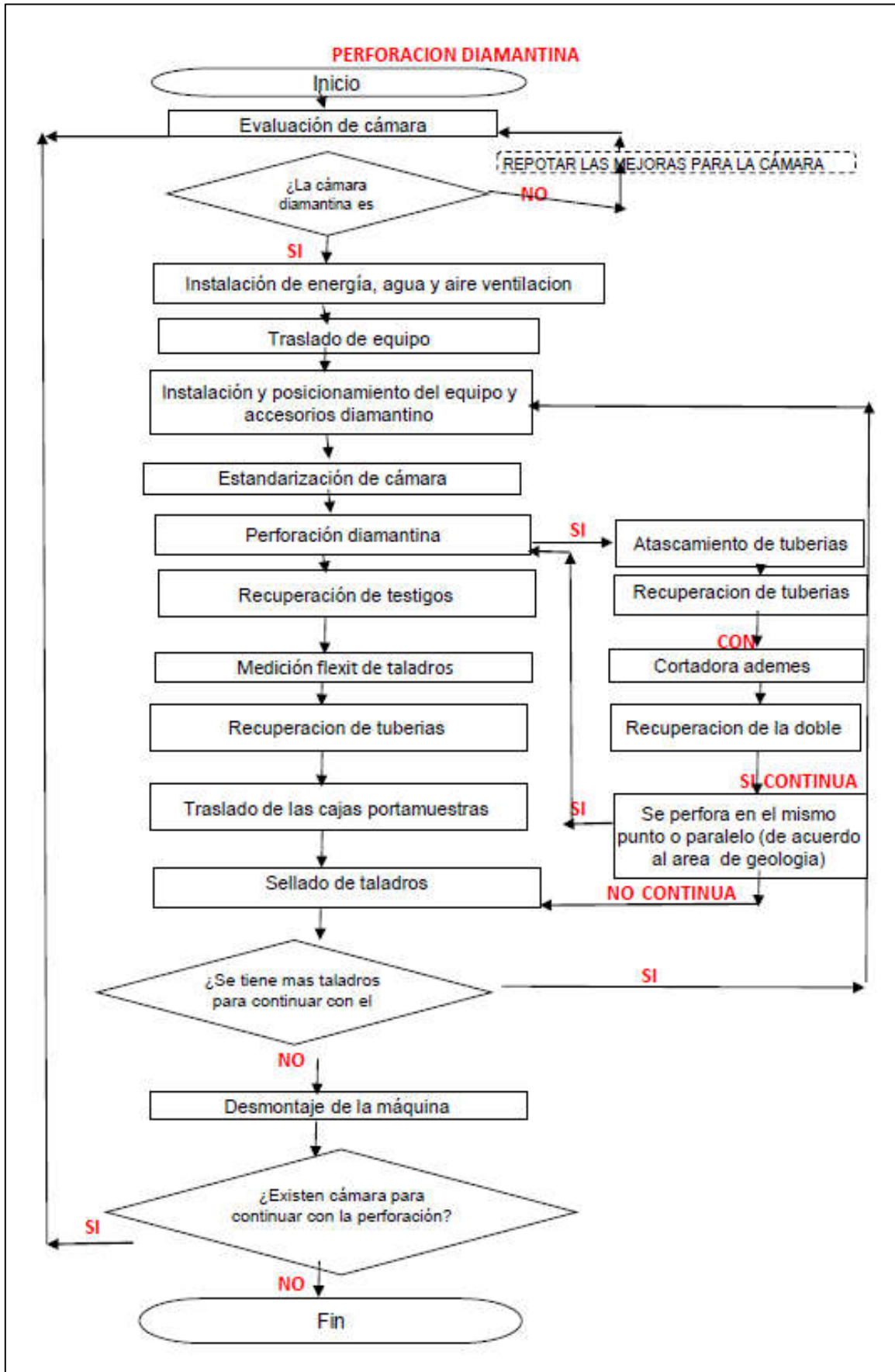
Anexo 12. Reporte diario de perforación diamantina sondaje DDH-U-RAE-18-073, MAQUINA LM 75 -BROWN FIELD – MINA

MAQUINA	FECHA	TURNO	INCLINACIÓN	NIVEL	UBICACIÓN	DESDE	HASTA	AVANCE
LM-75-23	02/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	0.00	0.00	0.00
LM-75-23	02/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	0.00	0.00	0.00
LM-75-23	03/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	0.00	6.00	6.00
LM-75-23	03/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	6.00	23.95	17.95
LM-75-23	04/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	23.95	47.35	23.40
LM-75-23	04/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	47.35	63.00	15.65
LM-75-23	05/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	63.00	85.45	22.45
LM-75-23	05/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	85.45	95.55	10.10
LM-75-23	06/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	95.55	102.25	6.70
LM-75-23	06/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	102.25	122.20	19.95
LM-75-23	07/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	122.20	133.30	11.10
LM-75-23	07/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	133.30	146.70	13.40
LM-75-23	08/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	146.70	156.70	10.00
LM-75-23	08/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	156.70	175.55	18.85
LM-75-23	09/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	175.55	186.00	10.45
LM-75-23	09/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	186.00	197.50	11.50
LM-75-23	10/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	197.50	197.50	0.00
LM-75-23	10/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	197.50	206.90	9.40
LM-75-23	11/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	206.90	212.80	5.90
LM-75-23	11/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	212.80	227.15	14.35
LM-75-23	12/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	227.15	231.30	4.15
LM-75-23	12/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	231.30	235.50	4.20
LM-75-23	13/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	235.50	242.70	7.20
LM-75-23	13/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	242.70	261.10	18.40

(Continuación)

MAQUINA	FECHA	TURNO	INCLINACIÓN	NIVEL	UBICACIÓN	DESDE	HASTA	AVANCE
LM-75-23	14/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	261.10	273.30	12.20
LM-75-23	14/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	273.30	286.50	13.20
LM-75-23	15/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	286.50	291.10	4.60
LM-75-23	15/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	291.10	291.10	0.00
LM-75-23	16/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	291.10	291.10	0.00
LM-75-23	16/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	291.10	291.10	0.00
LM-75-23	17/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	291.10	298.50	7.40
LM-75-23	17/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	298.50	305.70	7.20
LM-75-23	18/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	305.70	311.75	6.05
LM-75-23	18/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	311.75	317.45	5.70
LM-75-23	19/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	317.45	319.05	1.60
LM-75-23	19/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	319.05	319.05	0.00
LM-75-23	20/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	319.05	320.70	1.65
LM-75-23	20/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	320.70	320.70	0.00
LM-75-23	21/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	320.70	321.15	0.45
LM-75-23	21/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	321.15	324.25	3.10
LM-75-23	22/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	324.25	324.95	0.70
LM-75-23	22/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	324.95	327.50	2.55
LM-75-23	23/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	327.50	331.65	4.15
LM-75-23	23/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	331.65	332.95	1.30
LM-75-23	24/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	332.95	332.95	0.00
LM-75-23	24/06/2018	NOCHE	-16	200	CM-903	332.95	332.95	0.00
LM-75-23	25/06/2018	DIA	-16	200	CM-903	332.95	332.95	0.00
LM-75-23	25/06/2018	NOCHE	-20	200	CM-903	0.00	0.00	0.00

Anexo 13. Diagrama del proceso de perforación diamantina.



Anexo 14. Registro Fotográfico



Fotografía 1: Equipo de trabajo de la empresa Remicsa Drilling S.A., supervisores y residente.



Fotografía 2: Estandarización de la cámara CM 903 NV 200



Fotografía 3: Perforadora LM 75 en ángulo negativo



Fotografía 4: Operadores y ayudantes en la perforación



Fotografía 5: Cubil de lodos



Fotografía 6: Aditivos de perforación



Fotografía 7: Testigos de perforación diamantina HQ



Fotografía 8: Material recuperado (Tuberías de perforación diamantina)