

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Determinación de los KPI's para mejorar la performance de los
equipos de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua – Minas
Buenaventura S.A. 2020**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero de Minas**

Autor:

Bach. Angelo Aron De Jesus SOTO GAVINO

Asesor:

Mg. Silvestre Fabian BENAVIDES CHAGUA

Cerro de Pasco – Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Determinación de los KPI's para mejorar la performance de los
equipos de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua – Minas
Buenaventura S.A. 2020**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Floro Pagel ZENTENO GOMEZ
PRESIDENTE

Mg. Edwin Elias SANCHEZ ESPINOZA
MIEMBRO

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS
MIEMBRO

DEDICATORIA

A mis padres por apoyarme en el logro de mis objetivos y gracias a ello me encuentro en el sitio que me corresponde.

A mis docentes de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

AGRADECIMIENTO

El reconocimiento a la empresa minera Uchucchacua de Minera Buenaventura S.A. por la oportunidad brindada y por permitirme trabajar en sus instalaciones de la unidad de producción, a los directivos, Ingenieros, técnicos y trabajadores en general por su apoyo incondicional. Asimismo mi agradecimiento a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrón, a los docentes de la Facultad de Ingeniería de Minas, a mis colegas de promoción por todo lo que han aportado directa e indirectamente en mi formación profesional, del mismo modo a los Señores Ingenieros que tiene a bien de asesorarme y atender mi proyecto, con el que estaré logrando mi objetivo principal de la Graduación como Ingeniero de Minas.

RESUMEN

Nuestro estudio consiste en realizar un análisis de mejora en la Unidad de Producción de Minera Uchucchacua de Compañía Minera Buenaventura S.A., mediante la implementación de KPI's en las actividades de Perforación de cada una de los áreas productivas subterráneas, específicamente de los equipos Resefer, correspondientes a 8 actividades en las guardias de día y de noche, los cuales fueron desarrolladas en los meses de agosto a abril del 2021. Para el desarrollo del trabajo en cada área de la mina ha sido designado un profesional responsable de fijar las metas que se espera obtener en cada KPI, para que posteriormente se realice el seguimiento y control con cálculo mensual y asegurar que la información utilizada sea válida y correcta con resultados verdaderos y fiables. Además la Gerencia de operaciones pueda tomar las mejores decisiones en función a los requerimientos de las operaciones de perforación.

Para la determinar los KPI, con las herramientas necesarias para medir el rendimiento, la velocidad de perforación, la entrada y salida del operador, revisión de los equipos, las disponibilidades mecánicas, la utilización y los tiempos de perforación de cada equipo, que para nuestro estudio lo designaremos con las siglas R1, R2, R3 y R4 respectivamente, a los cuales se les debe determinar su performance y desempeño del operador según la eficiencia.

El objetivo de este estudio es lograr la implementación de esta herramienta de gestión denominada con las siglas KPI que significa Key Performance Indicators llamado también Indicadores Claves de Desempeño, dentro de la unidad minera Uchucchacua para lograr desarrollar mejoras continuas de las actividades de perforación considerada esta actividad como la principal sobre el que se basa toda la producción de los recurso metálicos de producción, mediante varias estrategias que se propusieron con la finalidad

de lograr su implementación para el beneficio de la empresa y que cada operación cumpla con las metas planeadas en el plan estratégico de la UP. Uchucchacua.

Palabras claves: KPI, Performance, Equipos; Perforación.

ABSTRACT

Our study consists of carrying out an improvement analysis in the Production Unit of Minera Uchucchacua of Compañía Minera Buenaventura S.A., through the implementation of KPI's in the drilling activities of each of the subway production areas, specifically of the Resefer equipment, corresponding to 8 activities in the day and night shifts, which were developed in the months of August to April 2021. For the development of the work in each area of the mine, a professional has been appointed to set the goals that are expected to be obtained in each KPI, so that later the follow-up and control can be carried out with monthly calculation and ensure that the information used is valid and correct with true and reliable results. In addition, the operations management can make the best decisions based on the requirements of the drilling operations.

To determine the KPIs, with the necessary tools to measure performance, drilling speed, operator input and output, equipment review, mechanical availabilities, utilization and drilling times of each equipment, which for our study will be designated with the acronyms R1, R2, R3 and R4 respectively, which must be determined their performance and operator performance according to efficiency.

The objective of this study is to achieve the implementation of this management tool called with the acronym KPI which stands for Key Performance Indicators also called Key Performance Indicators, within the Uchucchacua mining unit to achieve continuous improvement of drilling activities considered this activity as the main activity on which is based the entire production of metallic resources production, through various strategies that were proposed in order to achieve its implementation for the benefit of the company and that each operation meets the goals planned in the strategic plan of the UP. Uchucchacua.

Keywords: KPI, Performance, Equipment; Drilling.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las actividades productivas en una empresa minera deben implementar estrategias para una mejor participación y mejorar sus operaciones para superar sus dificultades de orden productivo en el que se encuentran inmerso, y así tener una ventaja competitiva frente a las demás empresas.

Para la implementación de las mejoras estratégicas y tomar decisiones oportunas es importante que las compañías orienten sus objetivos con la finalidad de ser medidos y conocer si éstas están siendo cumplidas, y es en esta parte donde aparecen los indicadores de desempeño, que es una herramienta con los cuales miden el rendimiento y la eficiencia de cada una de las actividades en este caso la perforación con los equipos más utilizados en la Unidad Minera que son los RESEFER, que tiene la compañía, y con estas mediciones la compañía toma sus respectivas decisiones acerca de las estrategias de control y establece un programa de mantenimiento y utilización de los equipos y se implementan las medidas correctivas de operación desde el operador y la funcionalidad de los equipos de perforación. La empresa objeto de estudio es la UP. Uchucchacua de Minera Buenaventura. S.A., en la cual se quiere implementar los KPI's para la medición de sus actividades claves de perforación.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.2.1. Delimitación espacial	2
1.2.2. Delimitación temporal	2
1.2.3. Mina Uchucchacua	2
1.2.4. Ubicación y Accesibilidad de la Mina Uchucchacua	5
1.2.5. Geología de la Mina Uchucchacua	10
1.2.6. Geología Regional	13
1.2.7. Geología Local y Estructural	17
1.2.8. Geología Económica.....	20
1.2.9. Operaciones Mina.....	24
1.3. Formulación del problema.....	28
1.3.1. Problema general	28
1.3.2. Problemas Específicos	28
1.4. Formulación de los objetivos	28
1.4.1. Objetivo general	28
1.4.2. Objetivos Específicos	28
1.5. Justificación de la investigación.....	29
1.6. Limitaciones de la investigación	29

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	30
2.1.1. Nivel Nacional:.....	30
2.1.2. Nivel Internacional:	32
2.2. Bases teóricas - científicas	32
2.3. Definición de términos básicos	43
2.4. Formulación de hipótesis.....	47
2.4.1. Hipótesis general	47
2.4.2. Hipótesis Específicas	47
2.5. Identificación de variables.....	47
2.5.1. Variables de la Hipótesis General	48
2.5.2. Variables de Hipótesis Específica	48
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	48
2.6.1. Indicadores de la Hipótesis General	48
2.6.2. Indicadores de las Hipótesis Secundarias	49

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación	51
3.2. Nivel de investigación	51
3.3. Métodos de investigación.....	51
3.4. Diseño de investigación.....	52
3.5. Población y muestra	53
3.5.1. Población	53
3.5.2. Muestra	53
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	53
3.6.1. Técnicas	53
3.6.2. Instrumentos	53
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	54
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	54
3.9. Tratamiento estadístico.....	54
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica	55

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo	56
4.1.1. Características del yacimiento	56
4.1.2. Ciclo de minado.....	56
4.1.3. Determinación de los Principales Indicadores de Perforación	57
4.1.4. Perforación y voladura en la galería 3710 Socorro	62
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	66
4.3. Prueba de hipótesis	100
4.3.1. Hipótesis General	100
4.3.2. Hipótesis Específicas	106
4.4. Discusión de resultados	121

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA 1. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD MINERA UCHUCCHACUA.</i>	<i>3</i>
<i>FIGURA 2. PRINCIPALES OPERACIONES DE LA COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. .</i>	<i>4</i>
<i>FIGURA 3. MAPA DE UBICACIÓN NACIONAL – DEPARTAMENTAL.</i>	<i>6</i>
<i>FIGURA 4. MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LA UNIDAD MINERA UCHUCCHACUA</i>	<i>7</i>
<i>FIGURA 5. MAPA DE ACCESIBILIDAD A LA UNIDAD MINERA UCHUCCHACUA.</i>	<i>8</i>
<i>FIGURA 6. VISTA AEROFOTOGRAFICA DE LA UNIDAD MINERA UCHUCCHACUA.</i>	<i>9</i>
<i>FIGURA 7. ZONAS MINERALIZADAS DE LA UNIDAD MINERA UCHUCCHACUA.</i>	<i>11</i>
<i>FIGURA 8. PRINCIPALES PROYECTOS MINEROS.</i>	<i>12</i>
<i>FIGURA 9. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL YACIMIENTO UCHUCCHACUA</i>	<i>15</i>
<i>FIGURA 10. GEOLOGÍA REGIONAL DEL DISTRITO MINERO UCHUCCHACUA.</i>	<i>16</i>
<i>FIGURA 11. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DEL DISTRITO MINERO UCHUCCHACUA.</i>	<i>18</i>
<i>FIGURA 12. VISTA EN PLANTA DE LA GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DEL YACIMIENTO UCHUCCHACUA.</i>	<i>19</i>
<i>FIGURA 13. SECCIÓN LONGITUDINAL DE LA UNIDAD MINERA UCHUCCHACUA.</i>	<i>25</i>
<i>FIGURA 14. PRODUCCIÓN DE PLATA POR AÑO DE LA UNIDAD MINERA UCHUCCHACUA (INCLUYE YUMPAG)</i>	<i>26</i>
<i>FIGURA 15. PRODUCCIÓN DE MINERAL Y LEY DE CABEZA DE LA UNIDAD MINERA UCHUCCHACUA (INCLUYE YUMPAG)</i>	<i>26</i>
<i>FIGURA 16. RESERVAS Y RECURSOS DE LA UNIDAD MINERA UCHUCCHACUA (INCLUYE YUMPAG)</i>	<i>27</i>
<i>FIGURA 17. COSTO APLICABLE A LAS VENTAS DE LA UNIDAD MINERA UCHUCCHACUA (INCLUYE YUMPAG).</i>	<i>27</i>
<i>FIGURA 18. INDICADORES DE RENDIMIENTO</i>	<i>33</i>
<i>FIGURA 19. PERFORACIÓN SUBTERRÁNEA EN MINERÍA-</i>	<i>34</i>
<i>FIGURA 20. PERFORADORAS PARA AVANCES EN UCHUCCHACUA</i>	<i>34</i>
<i>FIGURA 21. MÉTODOS DE PERFORACIÓN</i>	<i>36</i>
<i>FIGURA 22. MALLA DE PERFORACIÓN</i>	<i>37</i>
<i>FIGURA 23. VELOCIDAD DE PERFORACIÓN</i>	<i>38</i>
<i>FIGURA 24. MARTILLO DE CABEZA-</i>	<i>46</i>
<i>FIGURA 25. MARTILLO DE FONDO</i>	<i>46</i>
<i>FIGURA 26. TRITON DF-S16; LÍNEA RESEFER-FUENTE: RESEFER MANUFACTURING.</i>	<i>47</i>
<i>FIGURA 27. DIAGRAMA DE AYUDA DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.</i>	<i>52</i>

FIGURA 28. ESQUEMA BASE DE INDICADORES DE KPI'S.....	58
FIGURA 29. ESQUEMA DE TIEMPOS PARA LOS EQUIPOS RESEFER	59
FIGURA 30. DISEÑO DE MALLA NIVEL 3710-TAJO 6662-1S: 31S: POSITIVO.....	64
FIGURA 31. DISEÑO DE MALLA NIVEL 3710-TAJO 6662-1S-33S: POSITIVO.....	65
FIGURA 32. DISPONIBILIDAD MECÁNICA Y UTILIZACIÓN.....	69
FIGURA 33. RENDIMIENTO.....	69
FIGURA 34. PORCENTAJE DE CADA TIEMPO RESEFER 01 - NOVIEMBRE	70
FIGURA 35. DISPONIBILIDAD MECÁNICA Y UTILIZACIÓN.....	73
FIGURA 36. RENDIMIENTO.....	73
FIGURA 37. PORCENTAJE DE CADA TIEMPO RESEFER 03 - NOVIEMBRE	74
FIGURA 38. PERFORADORA ROCK DRILL 1.8	77
FIGURA 39. RENDIMIENTO.....	77
FIGURA 40. PORCENTAJE DE CADA TIEMPO DE ROCK DRILL 10001 – DICIEMBRE-14.....	78
FIGURA 41. KPI: PARA PERFORADORA ROCK-DRILL- L.8.....	81
FIGURA 42. RENDIMIENTO.....	81
FIGURA 43. PORCENTAJE DE CADA TIEMPO DE ROCK DRILL 10001 – DICIEMBRE-14.....	82
FIGURA 44. METROS PERFORADOS POR PERFORADORA EN NOVIEMBRE	85
FIGURA 45. INDICADORES DE DM Y U EN NOVIEMBRE.	85
FIGURA 46. PARETO RESEFER 01	86
FIGURA 47. PARETO RESEFER 02	87
FIGURA 48. PARETO RESEFER 03	88
FIGURA 49. PARETO RESEFER 04.....	89
FIGURA 50. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 01.....	90
FIGURA 51. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 02.....	91
FIGURA 52. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 03.....	93
FIGURA 53. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 04.....	94
FIGURA 54. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 01.....	96
FIGURA 55. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 02.....	97
FIGURA 56. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 03.....	98
FIGURA 57. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 04.....	99
FIGURA 58. COSTO MENSUAL DE LOS ACEROS DE PERFORACIÓN (\$).	102
FIGURA 59. COSTO MENSUAL DE LOS ELEMENTOS DE LOS ACEROS DE PERFORACIÓN (\$). ..	102
FIGURA 60. GRÁFICO DEL Q-Q PLOT.	103
FIGURA 61. GRÁFICO DE LA MEDIA Y MEDIANA.	105

<i>FIGURA 62. GRÁFICO DE LA MEDIA Y MEDIANA DE LA VELOCIDAD DE PERFORACIÓN EN METROS POR HORA PARA CADA GRUPO.....</i>	<i>111</i>
<i>FIGURA 63. GRÁFICO DE LA MEDIA Y MEDIANA PARA LOS METROS PERFORADOS MENSUALES PARA CADA GRUPO.....</i>	<i>111</i>
<i>FIGURA 64. GRÁFICO DE LA MEDIA Y MEDIANA DE LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA EN PORCENTAJE PARA CADA GRUPO.....</i>	<i>112</i>
<i>FIGURA 65. HISTOGRAMA DE LA VELOCIDAD DE PERFORACIÓN PARA CADA GRUPO.....</i>	<i>113</i>
<i>FIGURA 66. HISTOGRAMA DE LOS METROS PERFORADOS PARA CADA GRUPO.....</i>	<i>113</i>
<i>FIGURA 67. HISTOGRAMA DE LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA PARA CADA GRUPO.....</i>	<i>113</i>
<i>FIGURA 68. GRÁFICO DE BARRAS DE LA VELOCIDAD DE PERFORACIÓN PARA CADA EQUIPO RESEFER DE PERFORACIÓN.....</i>	<i>117</i>
<i>FIGURA 69. GRÁFICO DE BARRAS DE LA VELOCIDAD DE PERFORACIÓN PARA CADA EQUIPO RESEFER DE PERFORACIÓN POR CADA GRUPO DE ANÁLISIS SIN PROYECTO Y CON PROYECTO.....</i>	<i>118</i>
<i>FIGURA 70. GRÁFICO DE LA MEDIA Y MEDIANA DE LA VELOCIDAD DE PERFORACIÓN EN METROS POR HORA PARA CADA GRUPO.....</i>	<i>120</i>
<i>FIGURA 71. PORCENTAJE DE CADA TIEMPO USADO POR DÍA PROMEDIO NOVIEMBRE 2021</i>	<i>121</i>
<i>FIGURA 72. PERFORMANCE DE LAS PERFORADURAS EN NOVIEMBRE 2021.....</i>	<i>122</i>
<i>FIGURA 73. METROS PERFORADOS POR PERFORADORA EN NOVIEMBRE.....</i>	<i>122</i>
<i>FIGURA 74. INDICADORES DE DISPONIBILIDAD MECÁNICA Y UTILIZACIÓN EN NOVIEMBRE</i>	<i>123</i>
<i>FIGURA 75. CANTIDAD DE TALADROS/LONGITUD POR PERFORADORAS EN NOVIEMBRE.....</i>	<i>123</i>
<i>FIGURA 76: PARETO RESEFER 01.....</i>	<i>134</i>
<i>FIGURA 77: PARETO RESEFER 2.....</i>	<i>136</i>
<i>FIGURA 78. PARETO RESEFER 3.....</i>	<i>137</i>
<i>FIGURA 79. PARETO RESEFER 4.....</i>	<i>138</i>
<i>FIGURA 80. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 1.....</i>	<i>139</i>
<i>FIGURA 81. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 2.....</i>	<i>140</i>
<i>FIGURA 82. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 3.....</i>	<i>141</i>
<i>FIGURA 83. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 4.....</i>	<i>142</i>

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RUTAS DE ACCESO A LA UNIDAD MINERA UCHUCCHACUA.	5
TABLA 2. LEY MÍNIMA DE PLATA (AG).	20
TABLA 3. RESERVAS SEGÚN LAS ESTRUCTURAS MINERALIZADAS.	21
TABLA 4. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	50
TABLA 5. VARIABLES DE CONTROL EN PERFORACIÓN.	57
TABLA 6. INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL DESEMPEÑO DE LOS EQUIPOS RESEFER.....	59
TABLA 7. INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL DESEMPEÑO DE LOS EQUIPOS RESEFER.....	60
TABLA 8. REPORTE DE OPERACIONES DE PERFORACIÓN EJECUTADAS A LA FECHA ZONA ALTA.	62
TABLA 9. REPORTE DE OPERACIONES DE PERFORACIÓN ACUMULADA TOTAL ZONA ALTA. ..	63
TABLA 10. REPORTE DE OPERACIONES DE PERFORACIÓN EJECUTADOS A LA FECHA ZONA BAJA.	63
TABLA 11. REPORTE DE OPERACIONES DE PERFORACIÓN ACUMULADA TOTAL ZONA BAJA..	63
TABLA 12. OPERACIONES DE PERFORACIÓN EN SOCORRO ALTO Y BAJO.	66
TABLA 13. R1: DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN DE LA PERFORADORA RESEFER N° 1. 67	67
TABLA 14. INDICADORES DE GESTIÓN PERFORADORAS RESEFER N° 1.	68
TABLA 15. R2: DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN DE LA PERFORADORA RESEFER N° 2. 71	71
TABLA 16. INDICADORES DE GESTIÓN PERFORADORAS RESEFER N° 2.	72
TABLA 17. R3: DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN DE LA PERFORADORA RESEFER N° 3. 75	75
TABLA 18. INDICADORES DE GESTIÓN PERFORADORAS RESEFER N° 3.	76
TABLA 19. R3: DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN DE LA PERFORADORA RESEFER N° 4. 79	79
TABLA 20. INDICADORES DE GESTIÓN PERFORADORAS RESEFER N° 4.	80
TABLA 21. R3: TIEMPOS DE PERFORACIÓN PROMEDIO DE CADA EQUIPO RESEFER.....	83
TABLA 22. PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER N° 1.	86
TABLA 23. PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER N° 2.	87
TABLA 24. PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER N° 3.	88
TABLA 25. PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER N° 4.	89

TABLA 26. HORAS ACTIVIDAD RESEFER N° 1.	90
TABLA 27. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER N° 1.	91
TABLA 28. HORAS ACTIVIDAD RESEFER N° 2.	91
TABLA 29. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER N° 2.	92
TABLA 30. HORAS ACTIVIDAD RESEFER N° 3.	92
TABLA 31. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER N° 3.	93
TABLA 32. HORAS ACTIVIDAD RESEFER N° 4.	94
TABLA 33. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER N° 4.	95
TABLA 34. HORAS ACTIVIDAD RESEFER N° 1.	95
TABLA 35. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER N° 1.	96
TABLA 36. HORAS ACTIVIDAD RESEFER N° 2.	96
TABLA 37. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER N° 2.	97
TABLA 38. HORAS ACTIVIDAD RESEFER N° 3.	97
TABLA 39. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER N° 3.	98
TABLA 40. HORAS ACTIVIDAD RESEFER N° 4.	99
TABLA 41. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER N° 4.	99
TABLA 42. COSTO DEL ACERO DE PERFORACIÓN EN LA UNIDAD MINERA UCHUCCHACUA.	101
TABLA 43. DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES.	102
TABLA 44. PRUEBA DE NORMALIDAD SEGÚN SHAPIRO-WILK.	103
TABLA 45. PRUEBA DE MANN-WHITNEY U.	104
TABLA 46. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN.	104
TABLA 47. BASE DE DATOS PARA LA PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA.	107
TABLA 48. PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO-WILK)	109
TABLA 49. PRUEBA PARA MUESTRAS INDEPENDIENTES DE MANN-WHITNEY U.	110
TABLA 50. DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES.	110
TABLA 51. BASE DE DATOS PARA LA PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA.	115
TABLA 52. PRUEBA DE NORMALIDAD (SHAPIRO-WILK)	117
TABLA 53. PRUEBA PARA MUESTRAS INDEPENDIENTES DE MANN-WHITNEY U.	119
TABLA 54. DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES.	119
TABLA 55. RESUMEN DE INDICADORES KPI'S PARA CADA EQUIPO RESEFER.	122
TABLA 56. MATRIZ DE CONSISTENCIA	143
TABLA 57. PERFORACIÓN ZONA ALTA 01	129
TABLA 58. PERFORACIÓN ZONA ALTA 04	130
TABLA 59. EQUIPO RESEFER 04	132

<i>TABLA 60. ACTIVIDAD DE PERFORACIÓN RESEFER GUARDIA DE NOCHE</i>	<i>133</i>
<i>TABLA 61. PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 01 SEMANA DEL: 24-07-18 AL 13-08-18</i>	<i>133</i>
<i>TABLA 62. PARETO RESEFER 02</i>	<i>134</i>
<i>TABLA 63. PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 02 SEMANA DEL: 24-10-21 AL 13-11-21</i>	<i>135</i>
<i>TABLA 64. EQUIPO RESEFER 03</i>	<i>135</i>
<i>TABLA 65. PARETO PARA RESEFER 3.....</i>	<i>136</i>
<i>TABLA 66. PARETO RESEFER 4</i>	<i>137</i>
<i>TABLA 67. PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 03 SEMANA DEL: 24-10-21 AL 13-11-21</i>	<i>138</i>
<i>TABLA 68. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 1</i>	<i>139</i>
<i>TABLA 69. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 2</i>	<i>140</i>
<i>TABLA 70. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 2</i>	<i>141</i>
<i>TABLA 71. INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER 4</i>	<i>142</i>

ABREVIATURAS

Abreviaturas	Significado
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
KPI	Key Performance Indicator

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

Las Empresas Mineras en la actualidad deben tener un comportamiento tecnológico en cuanto al desarrollo de sus actividades cotidianas, los que harán que sus estándares de eficiencia y performance sean completamente manejables con registros y reportes de todo el sistema de equipamiento de perforación por su importancia en niveles de productividad.

La Unidad Minera de Uchucchacua, para sus operaciones de perforación y con la finalidad de mejorar los estándares de perforación mediante indicadores claves y relevantes de los parámetros de los equipos de perforación con las que cuenta la empresa a través de empresas tercerizadas, pero que al mismo tiempo deben reportar e implementar estrategias que determinan la eficiencia operativa de esta importante etapa de la productividad minera, para ello se propone el control de indicadores clave de operatividad en la perforación, que lo llamaremos KPI's.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

La Investigación se realiza en la Unidad Minera Uchucchacua, Cía. de Minas Buenaventura S.A, ubicado en el Departamento de Lima, Provincia y Distrito de Oyón, Región Lima.

1.2.2. Delimitación temporal

El Tiempo programado para el desarrollo de la Investigación es de 8 meses, a partir del mes de mayo del 2020 a diciembre del 2020.

1.2.3. Mina Uchucchacua

La Unidad Minera Uchucchacua, es una de las unidades operativas de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. empresa dedicada a la producción de minerales en el Perú. Entre los principales minerales que explota tenemos el zinc, plata y plomo. Para lo cual utiliza los métodos de sostenimiento como split sets, cuadros de madera, shotcrete, cimbras metálicas, pernos de anclaje y malla electrosoldada. La producción de la unidad minera es de 23 toneladas mensuales de plata y la empresa tiene proyectado para el 2021 el incremento de la producción a 27 toneladas mensuales. Para lograr este objetivo se busca minimizar los tiempos del ciclo de minado usando el sostenimiento con shotcrete vía húmeda, el cual permite un mayor avance y como consecuencia una mayor producción. La Unidad Minera Uchucchacua inició sus operaciones en 1975.

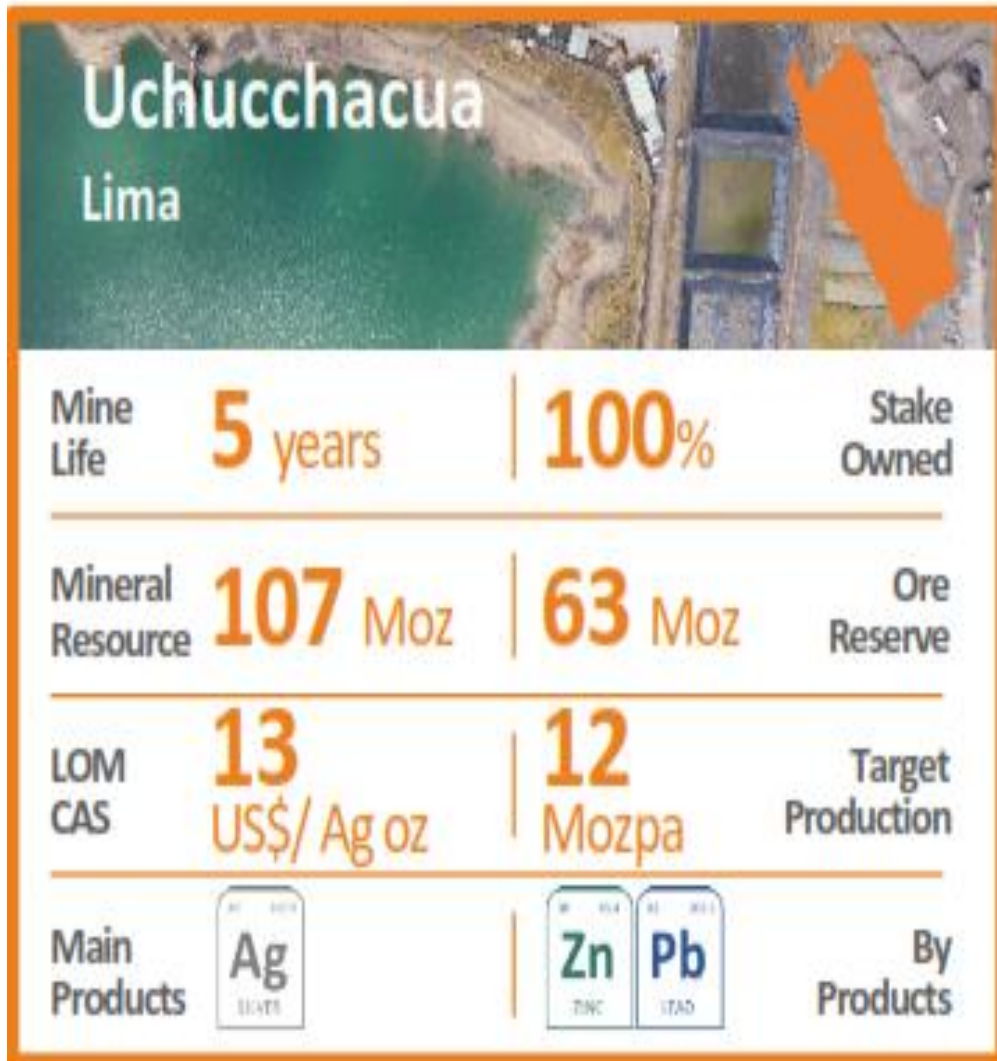


Figura 1. Datos generales de la Unidad Minera Uchucchacua.

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

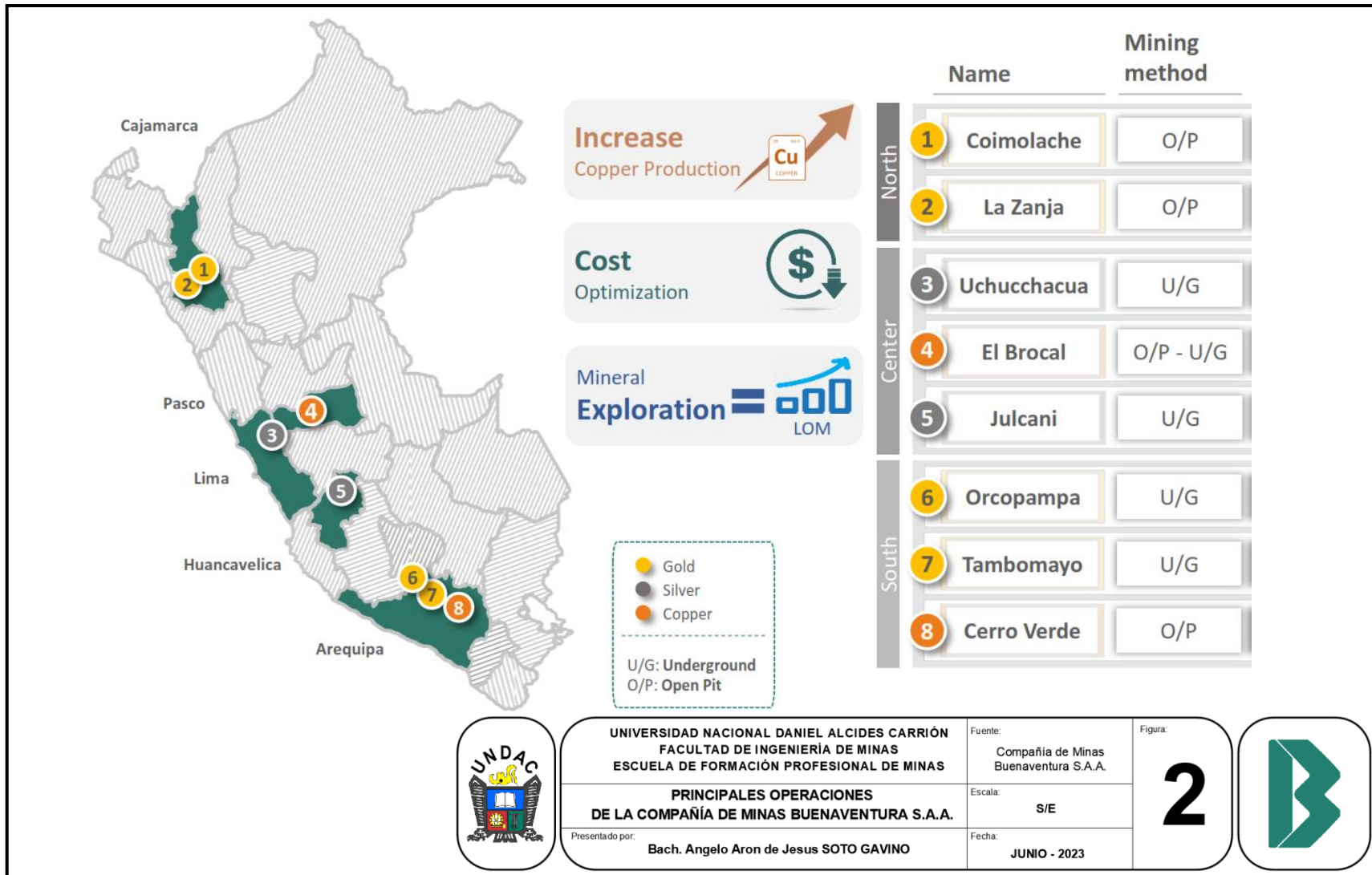


Figura 2. Principales operaciones de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

1.2.4. Ubicación y Accesibilidad de la Mina Uchucchacua

1.2.4.1. Ubicación

La Unidad Minera Uchucchacua se encuentra ubicada en la Provincia de Oyón, Departamento de Lima, a una altitud de 4,500 m.s.n.m. Ver Figura 3 y Figura 4 de las páginas 6 y 7.

1.2.4.2. Accesibilidad

Para el acceso a la Unidad Minera tenemos los tramos y vías:

Tabla 1. *Rutas de acceso a la Unidad Minera Uchucchacua.*

N° ruta	Tramo	Longitud (Km)	Tipo de vía
1	Lima - Huacho	152	Asfaltado
	Huacho - Sayán	45	Asfaltado
	Sayán - Churín	62	Afirmado
	Churín - Uchucchacua	63	Afirmado
	Total:	322	
2	Lima - La Oroya - Cerro de Pasco	320	Asfaltado
	Cerro de Pasco - Uchucchacua	70	Afirmado
	Total:	390	

Fuente: Elaboración propia.

Ver la Figura 5.

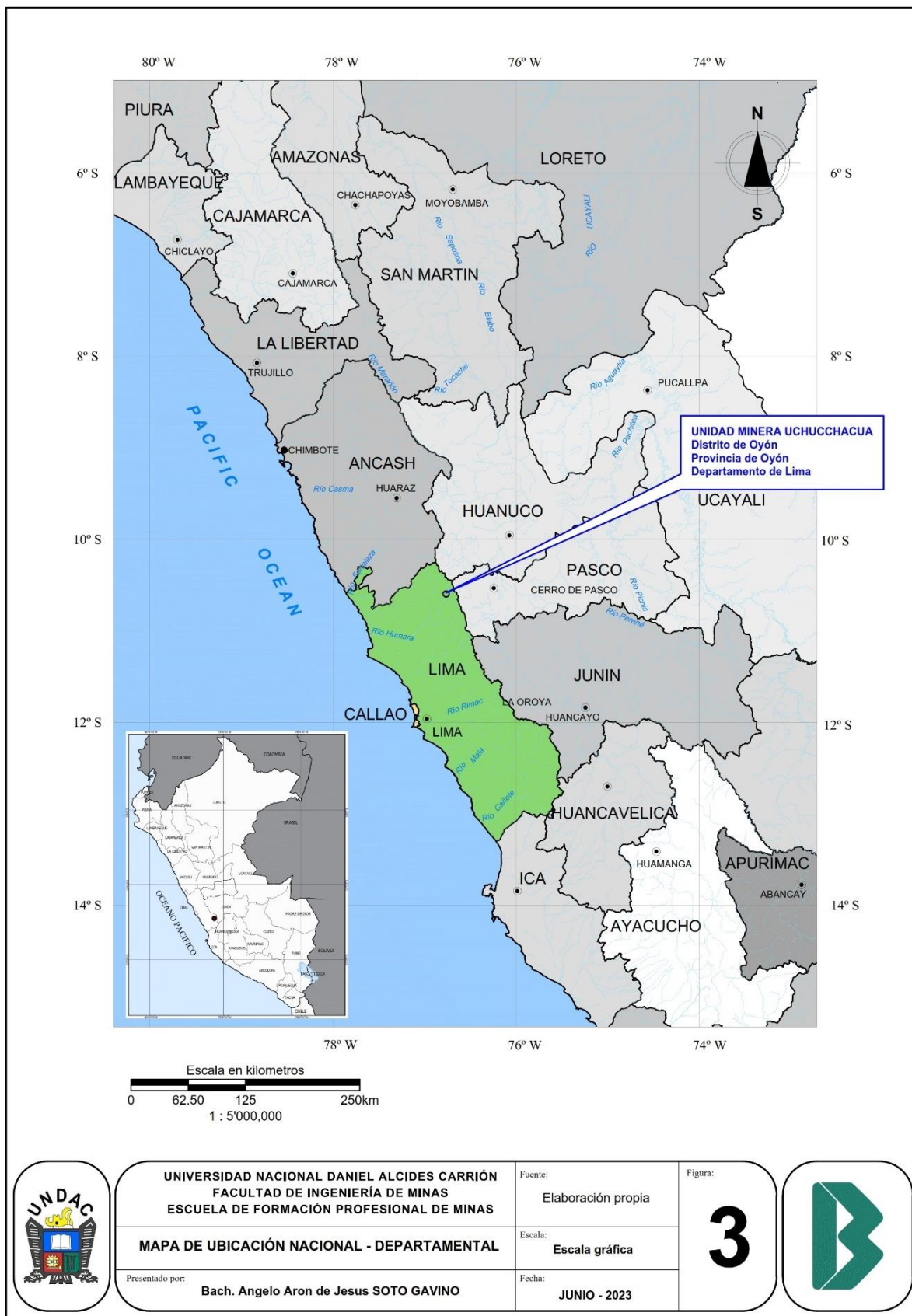


Figura 3. Mapa de ubicación nacional – departamental.

Fuente: elaboración propia.

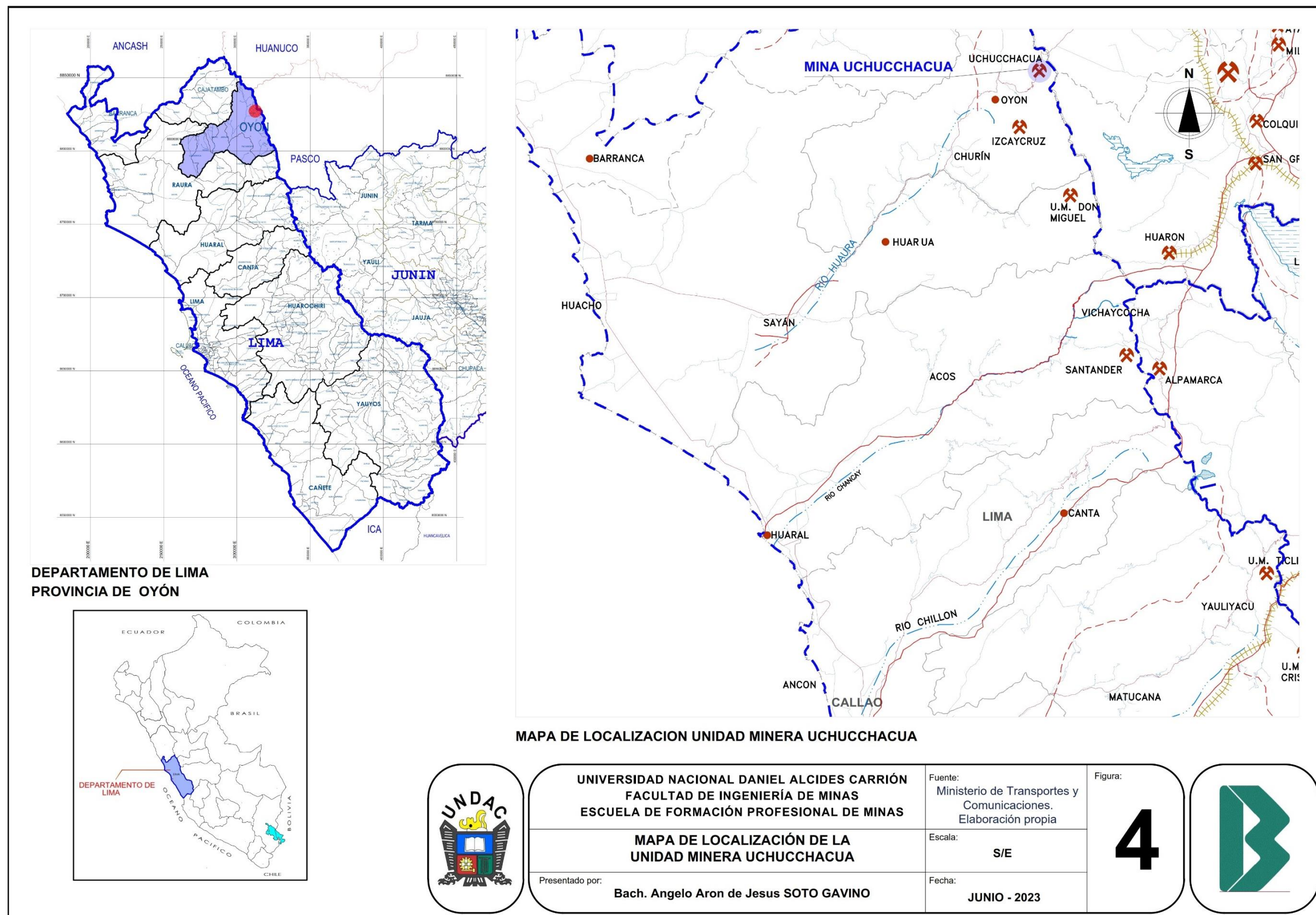


Figura 4. Mapa de localización de la Unidad Minera Uchucchacua
 Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Elaboración propia.

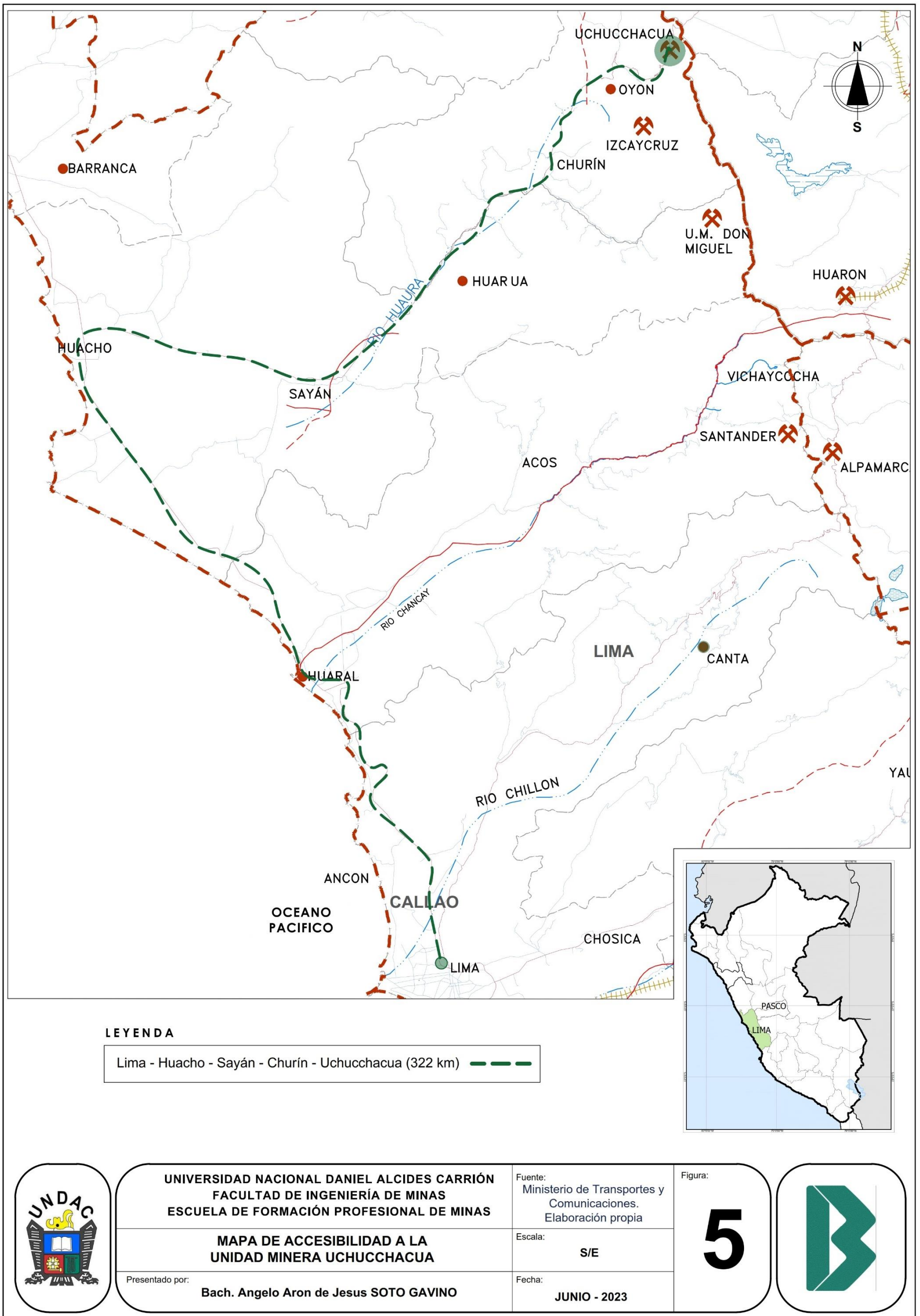


Figura 5. Mapa de accesibilidad a la Unidad Minera Uchucchacua.

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Elaboración propia.



Figura 6. Vista aerofotográfica de la Unidad Minera Uchucchacua.

Fuente: Google Maps

1.2.5. Geología de la Mina Uchucchacua

El origen del yacimiento de la Unidad Minera Uchucchacua se encuentra evidenciada por los cuerpos intrusivos de Raura, Uchucchacua, Chungar, Morococha y otros (Soto Yanqui, 2014, p. 3).

Ver *Figura 7* y *Figura 8*.

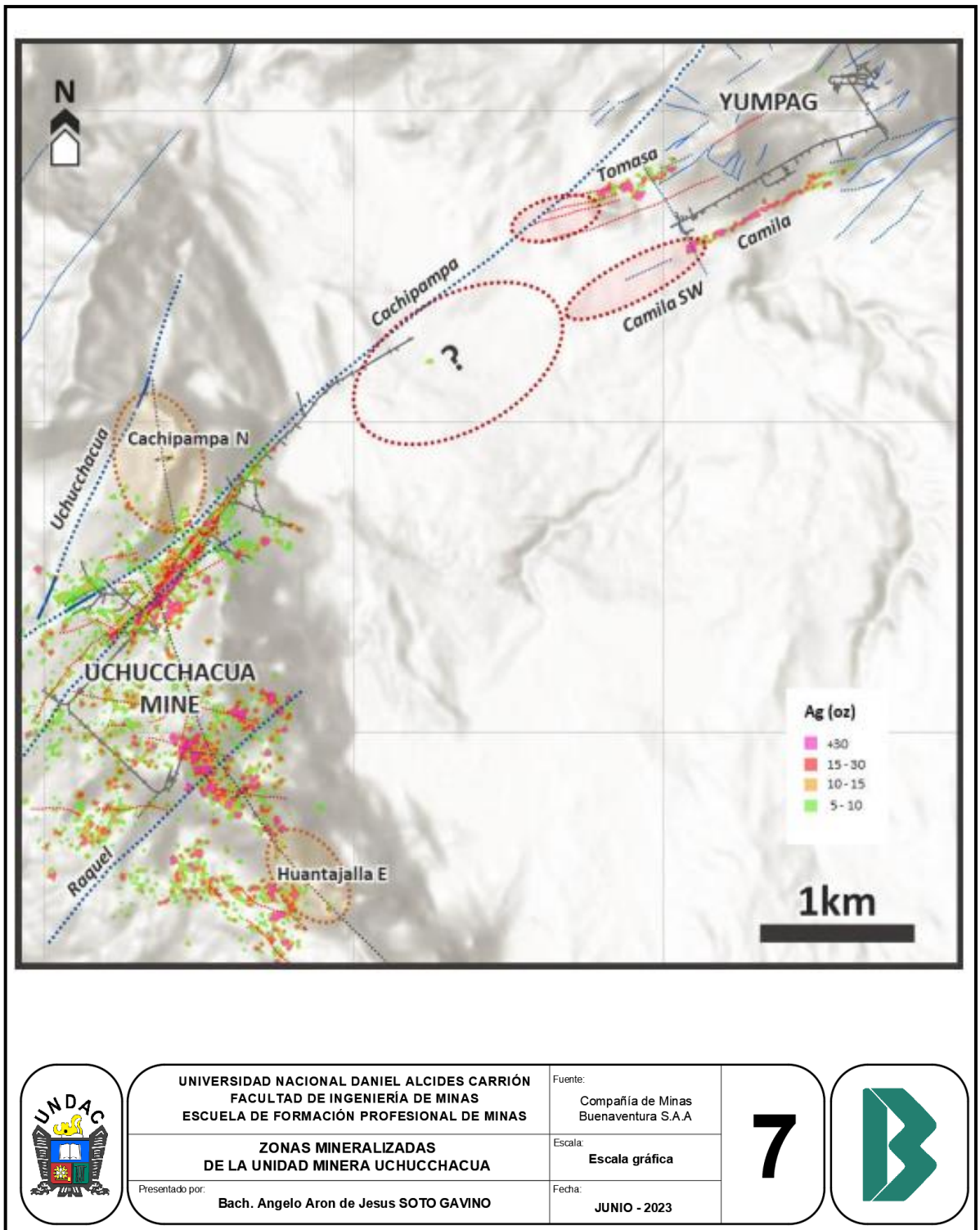


Figura 7. Zonas mineralizadas de la Unidad Minera Uchucchacua
 Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A

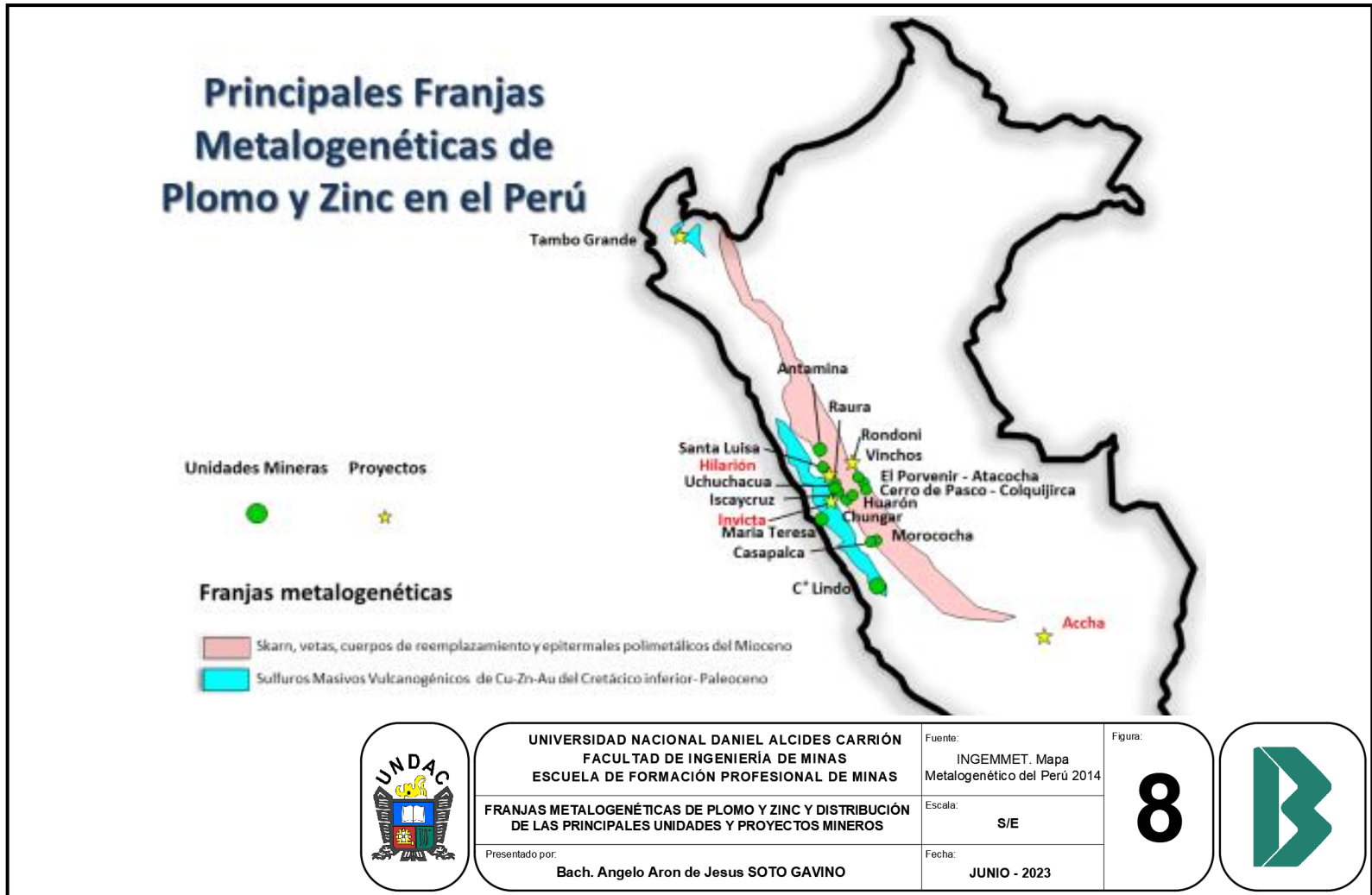


Figura 8. Principales proyectos mineros.

Fuente: modificado de INGEMMET. Mapa Metalogénico del Perú 2014

1.2.6. Geología Regional

Las rocas que predominan en la columna estratigráfica son las rocas sedimentarias del cretáceo y el volcánico terciario. También figuran los depósitos aluviales y morrénicos (Mamani Escarcena, 2014, p. 38).

1.2.6.1. Sedimentarios

Entre ellas tenemos:

- Formación Oyón.
- Formación Chimú.
- Formación Santa.
- Formación Carhuaz.
- Formación Farrat.

GRUPO MACHAY

- Formación Pariahuanca.
- Formación Chulec.
- Formación Pariatambo.

FORMACIÓN JUMASHA (Ki-j).

- Jumasha Inferior.
- Jumasha Medio.
- Jumasha Superior.

FORMACIÓN CELENDIN (Ks-c).

Se ha diferenciado dos miembros ubicados entre el Coniaciano y Santoniano (Mamani Escarcena, 2014, p. 41).

- Celendin Inferior.

– Celendin Superior.

FORMACIÓN CASAPALCA (Kti-ca).

La erosión ha sido uno de los factores principales que ha generado superficies llanas como la zona de generado la formación de superficies llanas tal como Cachipampa (Mamani Escarcena, 2014, p. 41).

1.2.6.2. Volcánicos

VOLCÁNICOS CALIPUY (Ti-Vca).

Intrusivos

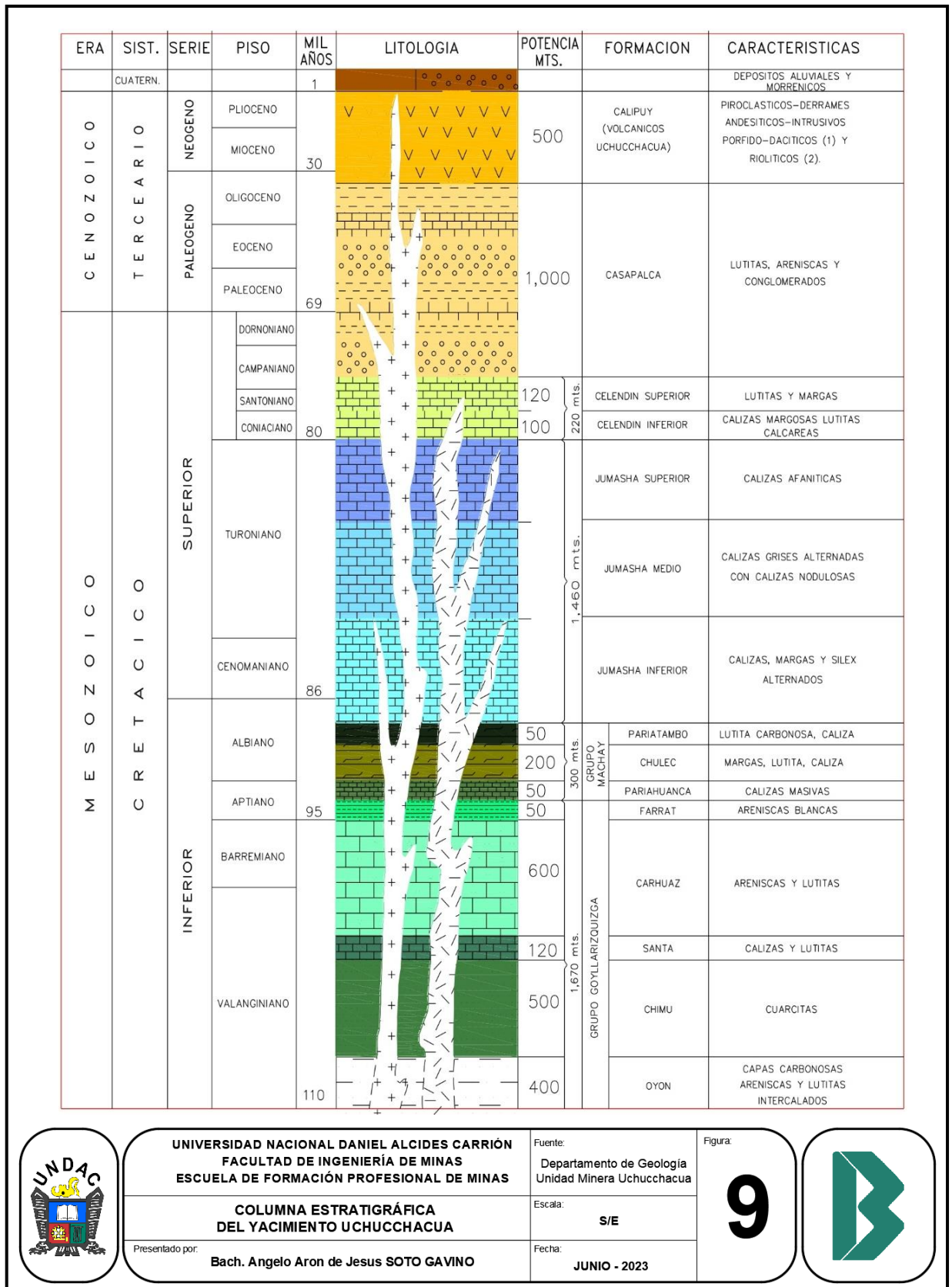
Cuaternarios

DEPÓSITOS MORRÉNICOS (Q-mo).

DEPÓSITOS ALUVIALES (Q-al).

1.2.6.3. Estratigrafía

Entre las rocas sedimentarias de la unidad minera tenemos algunos grupos como Goyllarisquizga y Machay. En el primero se encuentran las formaciones Oyón, Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat; luego, el segundo grupo está constituido por las formaciones: Pariahuanca, Chulec, Pariatambo, Jumasha, Celendín y Casapalca (Mamani Escarcena, 2014, p. 43). Ver *Figura 9* y *Figura 10*.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
 FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
 ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE MINAS

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL YACIMIENTO UCHUCCHACUA

Presentado por: **Bach. Angelo Aron de Jesus SOTO GAVINO**

Fuente: Departamento de Geología
 Unidad Minera Uchucchacua

Escala: **S/E**

Fecha: **JUNIO - 2023**

Figura: **9**



Figura 9. Columna estratigráfica del Yacimiento Uchucchacua

Fuente: Departamento de Geología Unidad Minera Uchucchacua

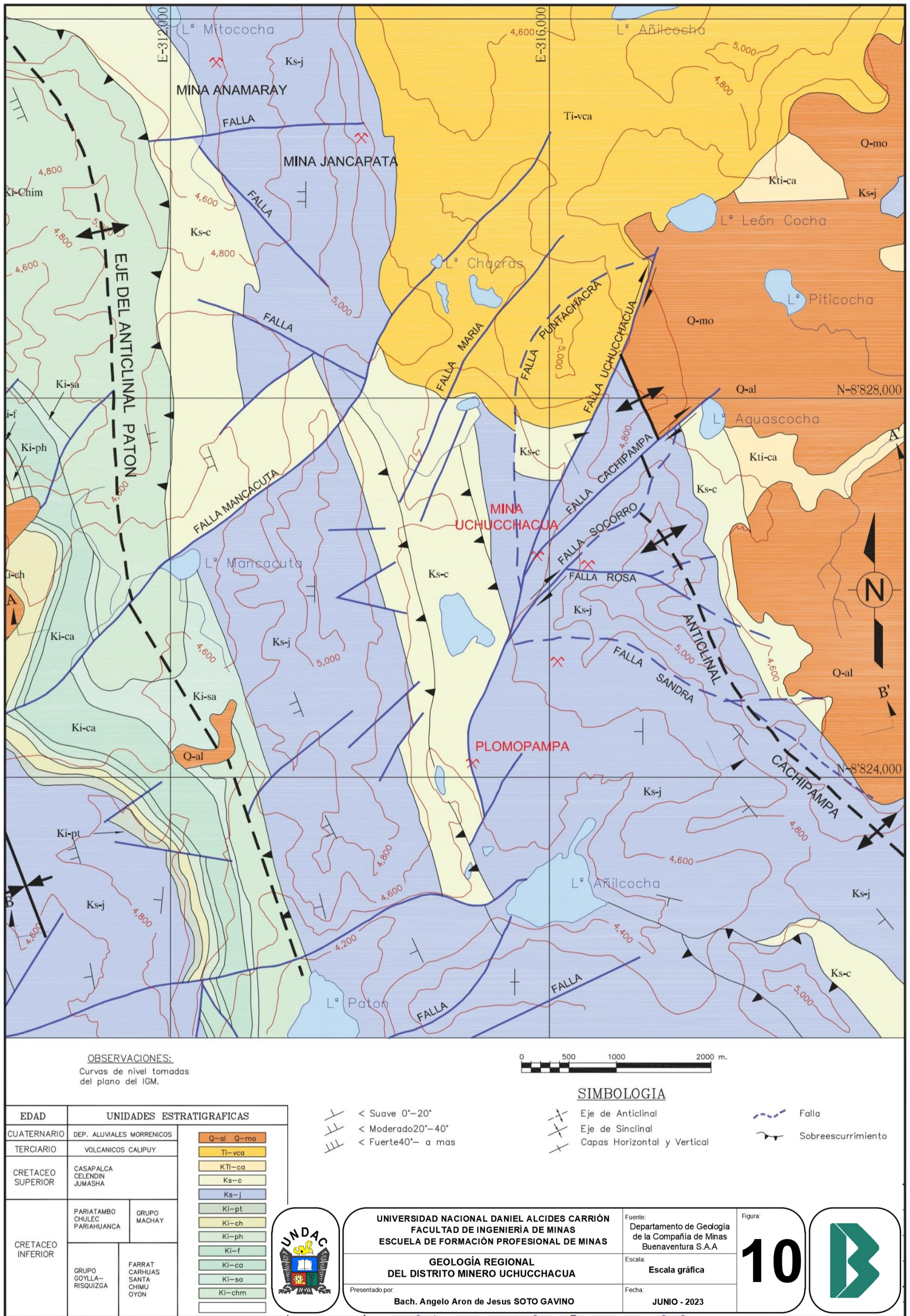


Figura 10. Geología Regional del distrito minero Uchucchacua.

Fuente: Departamento de Geología de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

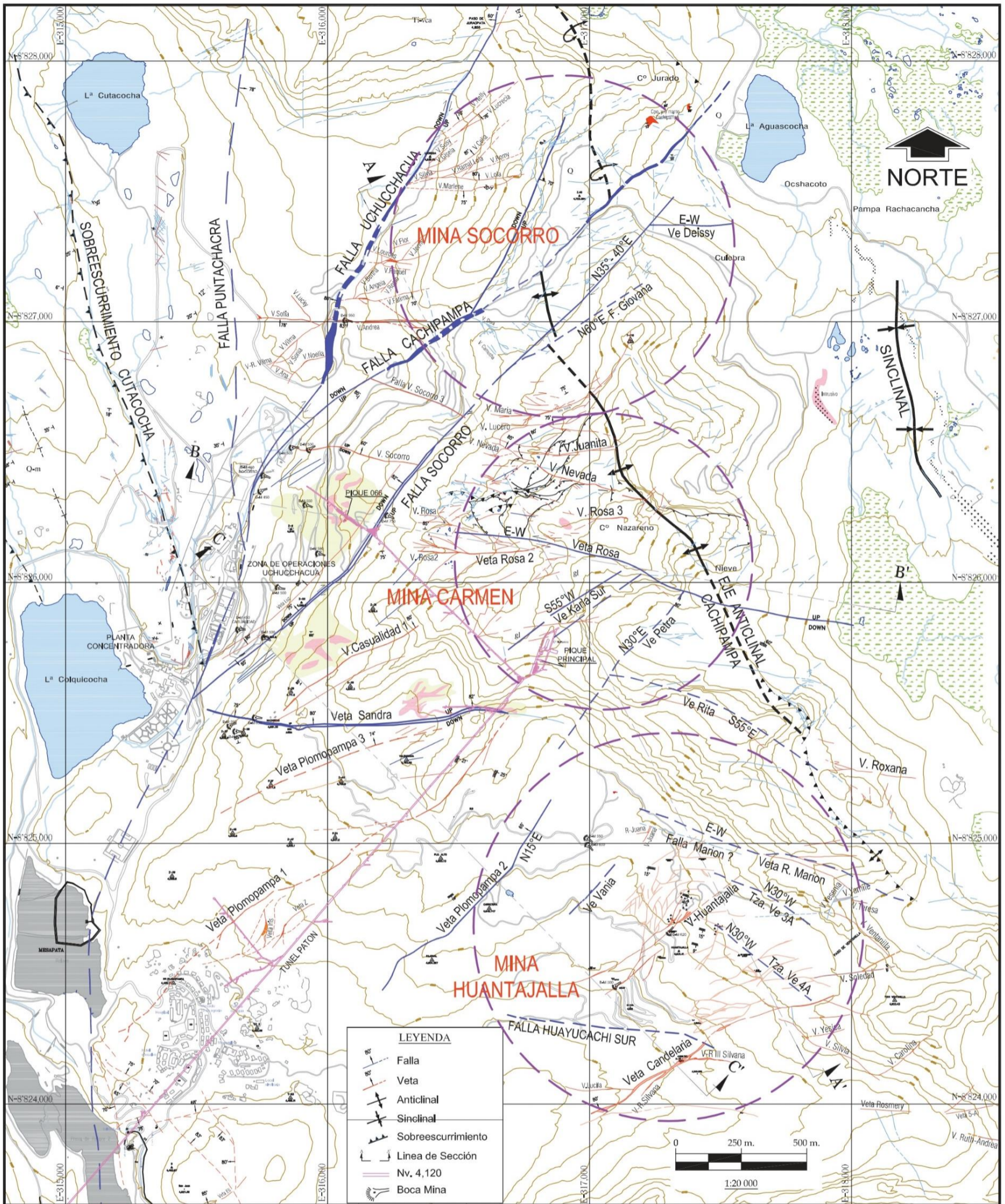
1.2.7. Geología Local y Estructural

Actualmente se vienen explotando las minas Carmen, Socorro y Huantajalla, las cuales presentan diferentes sistemas estructurales de control mineralógico. Esta consiste en sulfuros de plomo y zinc, sulfosales de plata con carbonatos de calcio y manganeso (Mamani Escarcena, 2014, p. 51).

1.2.7.1. Fallas y Fracturamientos

- Falla Mancacuta.
- Falla Socorro.
- Falla Uchucchacua.
- Falla Cachipampa.
- Falla Patón.
- Falla Rosa.
- Veta Sandra.
- Fracturamiento de Uchucchacua.

Ver *Figura 11* y *Figura 12*.



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS

**GEOLOGÍA ESTRUCTURAL
DEL DISTRITO MINERO UCHUCCHACUA**

Presentado por:

Bach. Angelo Aron de Jesus SOTO GAVINO

Fuente:
Departamento de Geología
de la Compañía de Minas
Buenaventura S.A.A

Escala:
Escala gráfica

Fecha:
JUNIO - 2023

Figura:

11



Figura 11. Geología Estructural del distrito minero Uchucchacua.

Fuente: Departamento de Geología de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

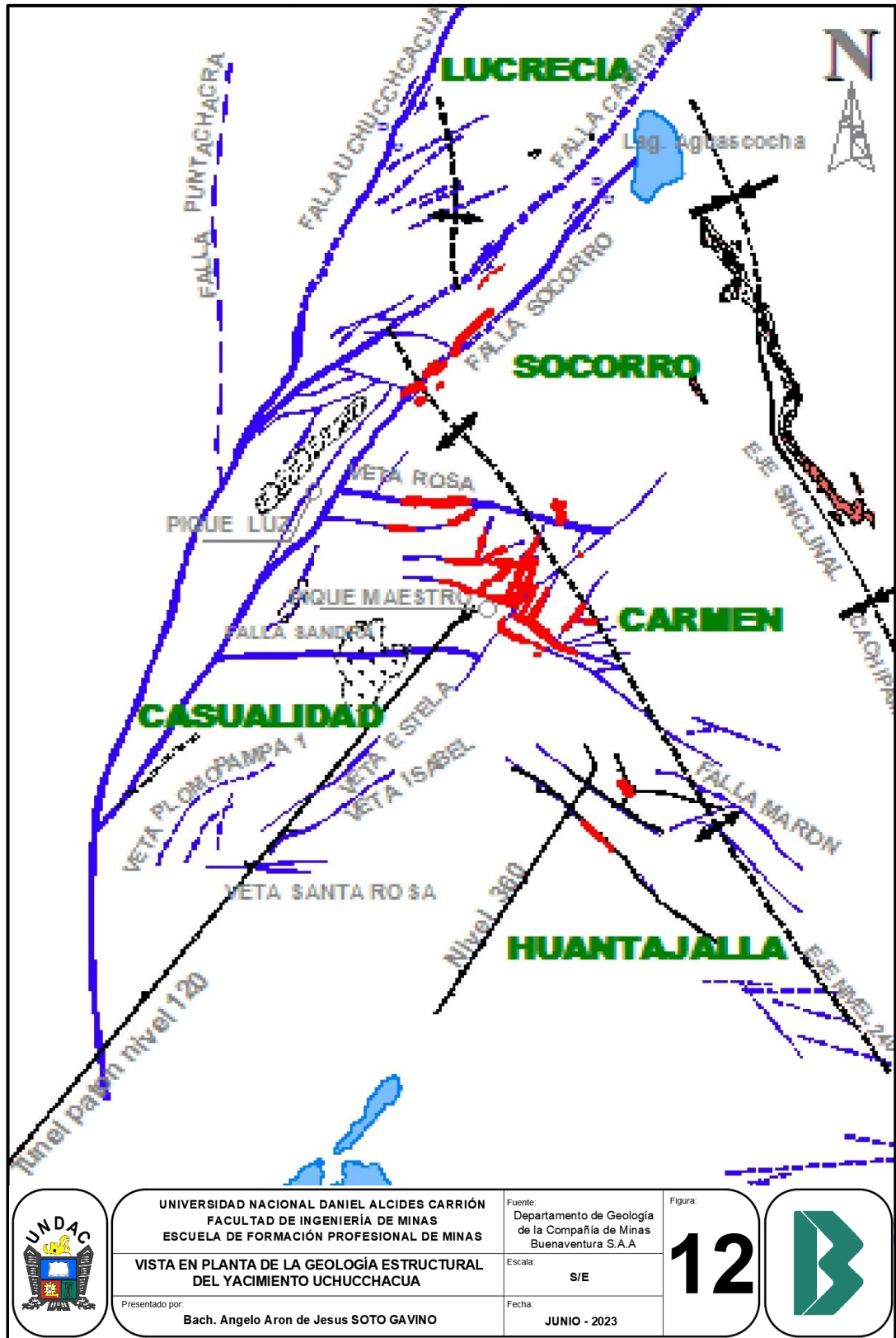


Figura 12. Vista en planta de la geología estructural del yacimiento Uchucchacua.

Fuente: Departamento de Geología de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

1.2.8. Geología Económica

La unidad minera Uchucchacua es un depósito hidrotermal epigenético del tipo de relleno de fracturas (vetas). (Mamani Escarcena, 2014, p. 57).

1.2.8.1. Reservas y Recursos

En la siguiente tabla se muestra la ley mínima de plata para el año 2013.

Tabla 2. Ley mínima de plata (Ag).

MINERAL	COSTO	LEY AG X \$	LEY MÍNIMA
Mena	134.51	0.08843	11.80
Marginal	115.34	0.08843	10.2
Submarginal	102	0.08843	9.02
Baja ley	50	0.08843	4.42

Fuente: (Mamani Escarcena, 2014, p. 66)

En la Tabla 3, se puede observar el resumen de las reservas en la mina según las estructuras mineralizadas.

Tabla 3. Reservas según las estructuras mineralizadas.

MINA		Socorro							
Tipo	Veta	tcs	oz/tcs Ag	%Pb	%Zn	%Mn	Ancho_Dil	oz/tcs Ag Eq	
Sulfuros_Plata	Cpo_Sonia	71,805	12.9	3.3	5.6	4.65	6.26	17.0	
	Cuerpo_699	38,210	15.4	0.6	0.6	15.73	4.66	16.0	
	Cuerpo_Ana_Lucia	37,715	19.7	0.3	0.4	24.72	3.98	20.0	
	Cuerpo_Eliana	24,805	22.4	0.2	0.4	15.34	3.20	22.7	
	Cuerpo_Eliana_Norte	214,140	12.7	0.2	0.3	20.38	8.32	12.9	
	Cuerpo_Giovana	9,385	28.3	0.4	0.4	20.99	5.32	28.7	
	Cuerpo_Giovana_Norte	36,230	12.9	0.3	0.4	16.74	5.67	13.3	
	Cuerpo_Jimena	13,610	26.4	0.7	0.9	10.18	7.00	27.2	
	Cuerpo_Lesly	32,895	11.9	1.1	1.2	7.61	2.31	13.1	
	Cuerpo_Lesly_Sur	9,410	13.5	0.2	0.3	17.10	2.47	13.8	
	Cuerpo_Magaly	23,760	13.5	0.4	0.6	11.97	3.62	14.0	
	Cuerpo_Magaly_Norte	12,885	16.2	0.3	0.4	14.74	2.20	16.6	
	Cuerpo_Nidia	4,310	22.8	0.9	0.5	17.71	2.40	23.7	
	Cuerpo_Regina	9,310	22.6	1.1	0.7	15.20	3.23	23.7	
	Cuerpo_Rossana	15,715	16.9	1.5	2.1	5.30	2.32	18.6	
	Veta_Ada	12,510	15.1	2.9	2.8	1.81	1.11	18.2	
	Veta_Adita	3,565	25.2	1.6	2.4	12.94	3.75	27.1	
	Veta_Andrea_1	14,030	9.7	2.1	3.6	2.33	1.56	12.3	
	Veta_Betty	1,860	10.0	0.7	0.9	6.54	1.13	10.8	
	Veta_Cachipampa	10,030	8.2	2.0	3.2	2.09	1.35	10.7	
	Veta_Camucha	3,160	10.7	1.4	2.4	1.19	1.46	12.5	
	Veta_Deissy	25,025	13.8	0.4	0.5	22.79	2.07	14.3	
	Veta_Doris	1,845	10.4	1.1	1.4	8.14	1.13	11.7	
Veta_Gina_Socorro	1,018,865	15.1	0.8	1.1	11.52	4.88	16.1		
Veta_Isela	65,565	15.1	2.2	3.8	5.73	3.12	17.9		

MINA		Socorro						
Tipo	Veta	tcs	oz/tcs Ag	%Pb	%Zn	%Mn	Ancho_Dil	oz/tcs Ag Eq
	Veta_Kelly	3,005	13.0	0.3	0.2	16.69	1.48	13.3
	Veta_Lilia	352,525	15.8	0.8	1.2	12.87	6.96	16.8
	Veta_Liliana	24,320	13.5	0.4	0.4	8.94	1.97	13.9
	Veta_Lucero	23,290	12.5	0.9	1.1	7.80	1.73	13.5
	Veta_Lucero_Ramal	10,620	13.6	0.3	0.6	15.10	3.65	14.0
	Veta_María_3	450	9.1	1.0	1.1	2.07	1.08	10.1
	Veta_Maricela	62,595	11.5	0.3	0.3	24.73	4.64	11.8
	Veta_Marisol	34,890	15.0	2.8	3.5	5.47	2.65	18.2
	Veta_Ramal_Camucha79	28,165	26.2	0.3	0.9	15.22	5.04	26.7
	Veta_Ramal_magaly	2,440	21.4	0.3	0.4	11.93	1.85	21.7
	Veta_Ramal_Vanessa	38,415	8.3	3.4	5.1	3.36	2.33	12.4
	Veta_Sistema_Giovana	4,010	19.2	0.3	0.3	13.20	1.91	19.5
	Veta_Socorro_1	105,470	10.7	1.4	2.3	2.61	1.41	12.4
	Veta_Socorro_3	56,220	11.9	1.9	3.4	5.01	2.11	14.3
	Veta_Socorro_Piso	70,480	14.5	2.5	2.5	6.54	2.07	17.2
	Veta_Sonia_Socorro	3,960	11.5	1.5	1.5	4.81	1.84	13.1
	Veta_Tina	8,770	11.4	3.5	4.7	2.55	1.69	15.4
	Veta_Vanesa	7,955	12.1	0.6	3.0	2.63	1.55	13.4
Total Sulfuros_Plata		2,548,220	14.7	1.0	1.4	11.85	4.80	15.9
Plomo_Zinc	Cpo_Sonia	37,625	4.9	3.2	7.7	4.05	7.64	9.7
	Veta_Ada	2,870	6.0	4.4	6.5	0.90	1.19	11.6
	Veta_Andrea_1	1,710	5.9	2.5	6.6	1.73	1.25	9.8
	Veta_Cachipampa	600	6.1	3.4	4.9	2.67	1.81	10.4
	Veta_Camucha	1,755	11.9	2.3	4.8	1.46	1.01	15.2
	Veta_Diana	3,780	6.4	4.4	4.5	0.75	1.00	11.4
	Veta_Lucero	4,860	7.7	1.2	4.2	4.48	2.53	9.9
	Veta_Tina	71,515	7.2	3.7	6.2	1.67	1.72	12.0

MINA		Socorro							
Tipo	Veta	tcs	oz/tcs Ag	%Pb	%Zn	%Mn	Ancho_Dil	oz/tcs Ag Eq	
	Veta_Vanesa	48,150	6.7	3.5	7.2	1.74	2.01	11.7	
Total Plomo_Zinc		172,865	6.6	3.5	6.7	2.26	3.08	11.4	
Total general		2,721,085	14.2	1.2	1.8	11.24	4.69	15.6	

Fuente: (Mamani Escarcena, 2014, p. 68)

1.2.9. Operaciones Mina

1.2.9.1. Corte y relleno ascendente semi mecanizado

Los métodos de explotación utilizados en la unidad minera Uchucchacua son los de corte y relleno ascendente y Bench & Fill, ambos mecanizados con equipos de bajo perfil.

La capacidad de tratamiento actual de la Unidad Minera Uchucchacua es de 3,910 TMD.

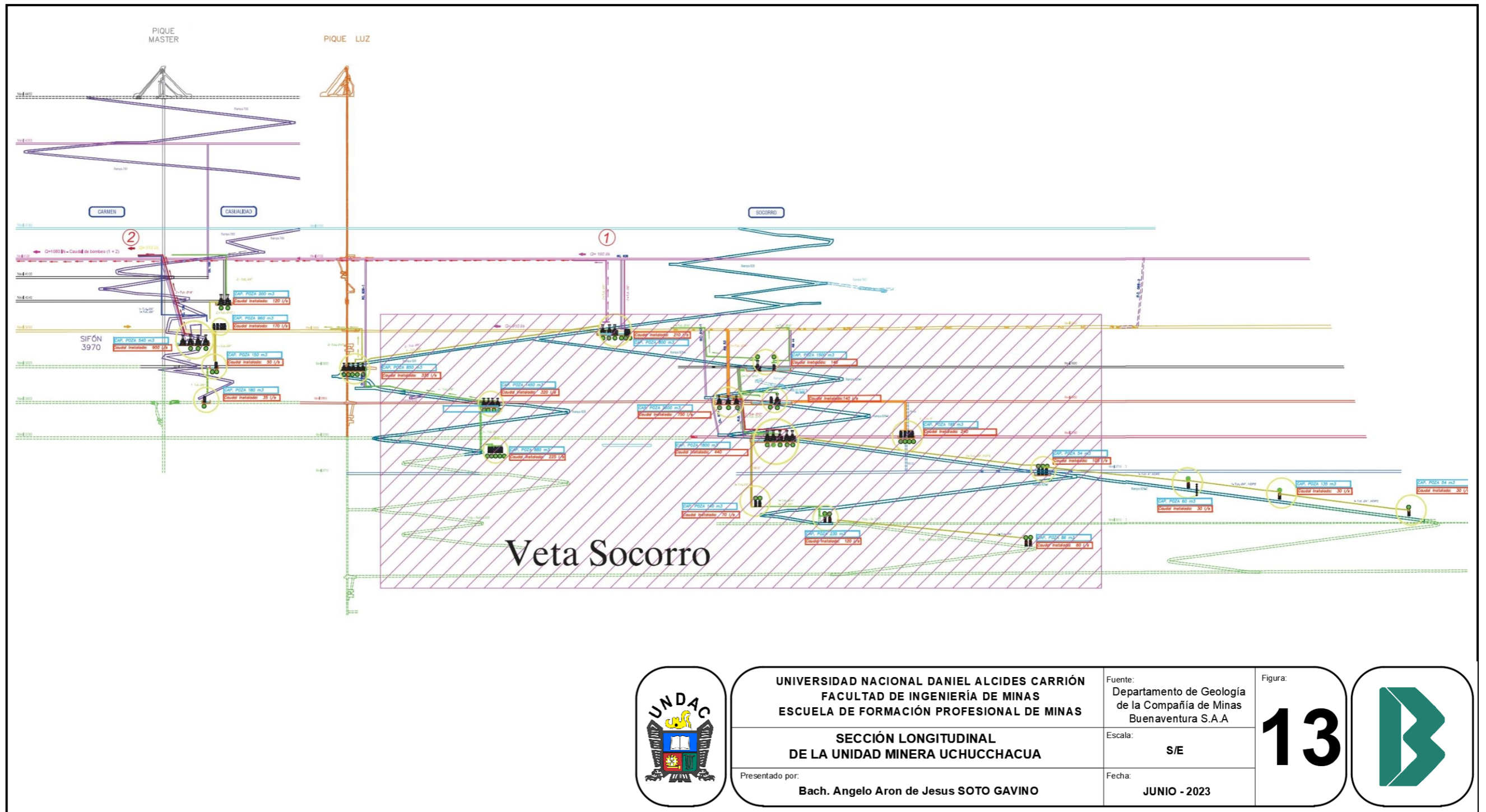


Figura 13. Sección longitudinal de la Unidad Minera Uchucchacua.

Fuente: Departamento de Geología de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

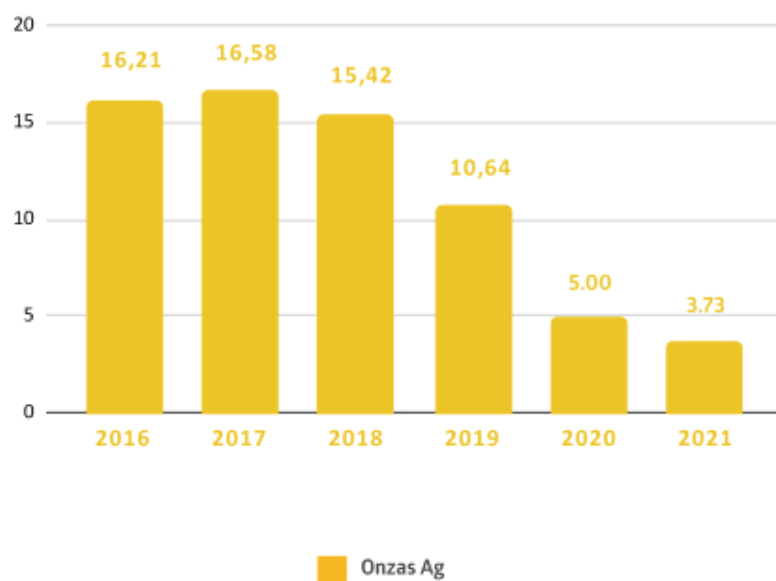


Figura 14. Producción de plata por año de la Unidad Minera Uchucchacua (incluye Yumpag)

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.



Figura 15. Producción de mineral y ley de cabeza de la Unidad Minera Uchucchacua (incluye Yumpag)

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.



Figura 16. Reservas y recursos de la Unidad Minera Uchucchacua (incluye Yumpag)

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

Nota: Todas los recursos y reservas están al 31 de diciembre del año indicado.



Figura 17. Costo aplicable a las ventas de la Unidad Minera Uchucchacua (incluye Yumpag).

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo la determinación de los indicadores de control de eficiencia afecta al mejoramiento de la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua?

1.3.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cómo la evaluación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación mejorará la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua?
- b. ¿Cómo el incremento de la velocidad de perforación incrementará la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua?

1.4. Formulación de los objetivos

1.4.1. Objetivo general

Establecer los indicadores de control de eficiencia para mejorar la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Mejorar la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua mediante la evaluación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación.
- b. Mejorar la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua mediante el incremento de la velocidad de perforación.

1.5. Justificación de la investigación

Cuando hacemos uso de los mecanismos de control como son los indicadores de eficiencia, además si los resultados de los estándares de perforación han mejorado, estaremos mejorando la velocidad de perforación y por lo tanto estaremos mejorando los códigos de operación, tiempos productivos y costos de perforación y con ello justificaremos la investigación propuesta.

1.6. Limitaciones de la investigación

Como en toda investigación, en nuestro caso se ha presentado algunos inconvenientes en cuanto se refiere a la obtención de los datos de mantenimiento de los equipos de perforación y la información de la empresa contratista a cargo de esta operación, las que en su momento han sido solucionados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Se ha revisado los siguientes estudios:

2.1.1. Nivel Nacional:

- **Bustamante Chávez (2018)** en la tesis “Optimización de la productividad de los equipos de carguío y acarreo en Gold Fields La Cima SA mediante la disminución de las demoras operativas más significativas” indica que los KPI son los indicadores clave del rendimiento cuyas mediciones pueden ser financieras o no financieras, los cuales se utilizan para medir el nivel de cumplimiento de los objetivos previamente establecidos. La conclusión del trabajo de investigación es que los KPI miden las condiciones para el mejor rendimiento y desempeño de los trabajos.

- **Huincho Chavez (2020)** en su trabajo de investigación “Control de perforación y voladura en vetas angostas para evaluar la dilución de minerales método de explotación bench and fill – Unidad Minera

Uchucchacua”, el trabajo tiene como objetivo calcular la influencia de la perforación y voladura en vetas angostas en relación a la dilución de los minerales. Las conclusiones fueron los siguientes: Los parámetros de la perforación y voladura deben estar acorde al programa de producción (Huincho Chavez, 2020, p. 76).

- **Vega Gonzáles (2021)** en el trabajo “Implementación del diseño de perforación y voladura para optimizar los parámetros de avance en galerías del nivel 3990 de la mina Uchucchacua – 2019”, el trabajo tiene como objetivo principal optimizar los parámetros de avance mediante la implementación del diseño de perforación y voladura en Galerías del Nivel 3990 de la Mina Uchucchacua – 2019 (Vega Gonzáles, 2021, p. 19). Las conclusiones del trabajo fueron los siguientes: Se logró la disminución del factor avance con menor consumo de explosivo (Vega Gonzáles, 2021, p. 107). Respecto al rendimiento de la voladura se incrementó con el mejoramiento del diseño de la malla de perforación en el Nivel 3990 de la Mina Uchucchacua – 2019 (Vega Gonzáles, 2021, p. 107).
- **Huangal Laguna (2022)** en el trabajo “Diseño y cálculo de precios unitarios de procesos de perforación y voladura de rocas para habilitación de plataformas y accesos superficie Yumpag – 2021”, tiene como objetivo el de proponer diseños y calcular los precios unitarios de la perforación y voladura de rocas. (Huangal Laguna, 2022, p. 1).

2.1.2. Nivel Internacional:

- **Garrido (2007)** en el trabajo “Diagnóstico y Optimización de Disparos en Desarrollo Horizontal Mina el Teniente” de la Universidad de Chile. El objetivo del trabajo es evaluar la eficiencia general y determinar los actuales estándares de las voladuras de rocas en los trabajos de desarrollo horizontal en la Mina El Teniente de Codelco Chile. Como resultado final de este trabajo se elaboró una propuesta de diseño de voladura alternativo al existente en el nivel de producción (Garrido, 2007).
- **Altamirano Condor (2014)** en la investigación “Diseño de tronadura en una fase - aplicación a minería continua - CODELCO - División Andina, Universidad de Chile” considera como objetivo de realizar una evaluación de los diagramas de disparo, considerando la tronadura en una sola fase, para su futura implementación. La presente investigación tiene como principal resultado definir una metodología para evaluar la extracción de minerales (Altamirano Condor, 2014).

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Key Performance Indicators

Key Performance Indicators (control de indicadores de productividad), según Roberto Espinoza bajo el enfoque “Lo que no se mide no se administra” se tiene que medir, es una actividad que permite calcular, comparar y establecer un punto de partida y de llegada teniendo en cuenta un parámetro sobre cualquier aspecto.

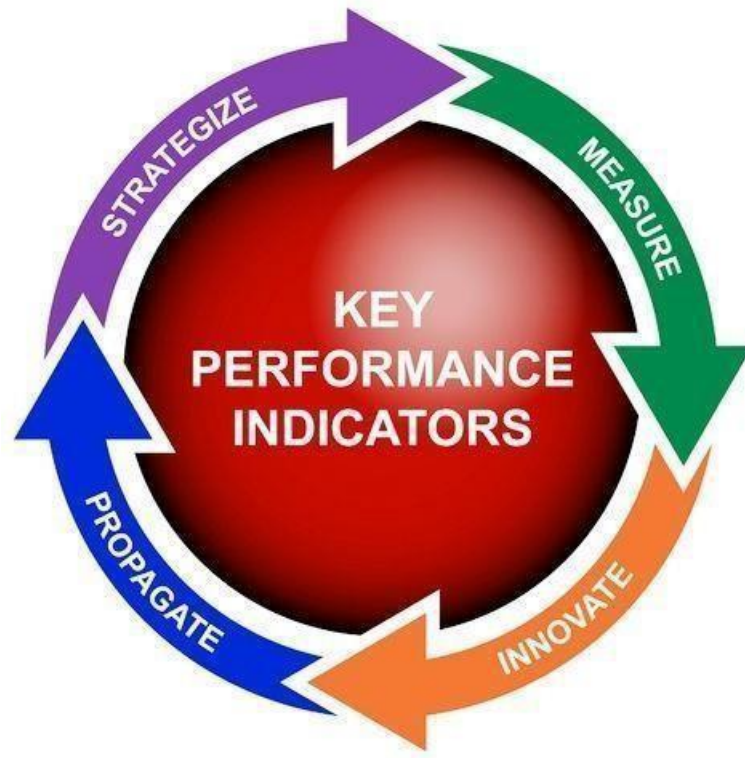


Figura 18. Indicadores de rendimiento

Fuente: SEO; Carlos Cano

2.2.2. Perforación de Rocas

Es una operación unitaria primordial en el Manual de Perforación y Voladura de Rocas (López Jimeno et al., 2003, p. 25,26,27) dice La perforación de rocas en minería es la operación unitaria que se realiza con la finalidad de abrir huecos en el macizo rocoso, venciendo la resistencia de tracción del macizo rocoso las que deben tener medidas y distribución en base a una geometría planificada en las cuales se alojarán cargas explosivas seleccionadas. Utilizando equipos y maquinas especializadas para perforar taladros.



Figura 19. Perforación subterránea en Minería-

Fuente: Resefer: Camiper



Figura 20. Perforadoras para avances en Uchucchacua

Fuente: Resefer.com.pe

2.2.3. Tipos de Perforación en Minería

Las más conocidas y empleadas según (López Jimeno et al., 2003) son:

- **Perforación manual.** Se emplea un barreno usado con la finalidad de facilitar su extracción y rotación.
- **Perforación neumática.** Se emplea una perforadora convencional o perforadora mecanizada con el uso del aire comprimido, para perforación y voladura masiva.
- **Perforación eléctrica.** Máquinas usadas en base a la energía eléctrica.

- **Perforación hidráulica.** Máquinas con sistema de perforación hidráulica.

2.2.4. Parámetros de Perforación

Se define los parámetros de perforación (López Jimeno et al., 2003) como una serie de medidas físicas llevadas a cabo en los trabajos de perforación. Entre los más importantes tenemos:

- La presión sobre la roca, capacidad del equipo de perforación
- Densidad o peso específico de la roca
- Par de rotación,
- La velocidad de rotación,
- La velocidad de penetración
- La presión de fluido.

Martillo de Cabeza: Es una herramienta hidráulica que genera golpes en la parte superior de la línea de perforación (López Jimeno et al., 2003, p. 63).

Martillo de Fondo: Es un martillo que golpea la boca ubicada en el fondo de la perforación (López Jimeno et al., 2003, p. 45).



Figura 21. Métodos de perforación

Fuente: Edoc pub

2.2.5. Peso específico de la roca

Es la relación entre el peso de un cuerpo y el peso del agua a 4°C. Esta propiedad no tiene dimensión. Solo es un valor numérico sin unidades.

2.2.6. Malla de Perforación

Según Vargas Almirón (2021) la malla de perforación es un conjunto de taladros que son perforados en el frente de una labor.

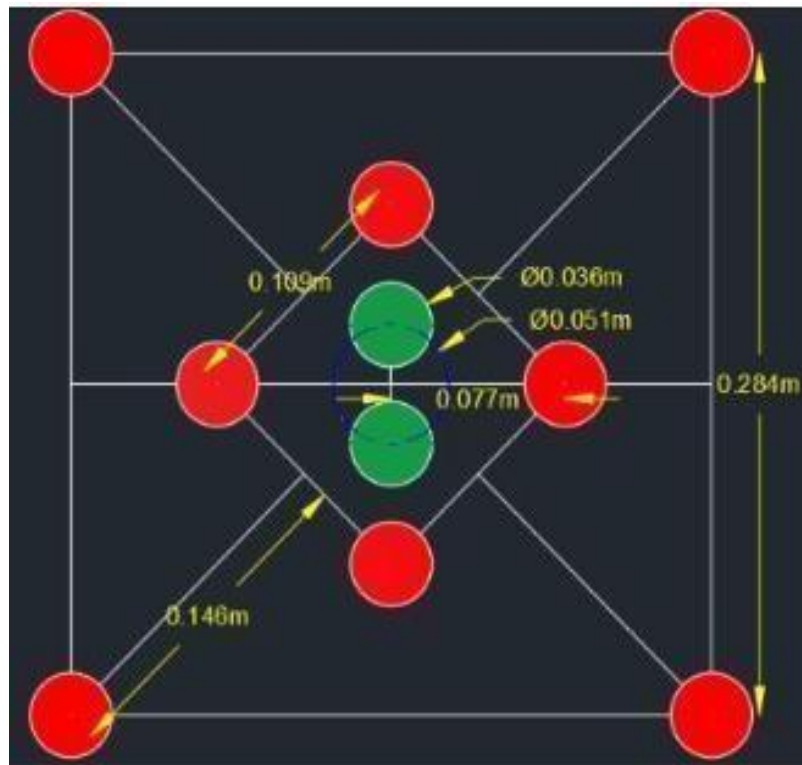


Figura 22. Malla de perforación.

Fuente: Elaboración propia

2.2.7. Velocidad de Perforación

La velocidad de perforación es una variable que influye en el rendimiento de las máquinas perforadoras (Villar Zamora, 2021, p. 8).

Minera Yanacocha (2016), hace mención que la velocidad de perforación, depende de los siguientes parámetros: el tipo de máquina perforadora, la dureza de la roca, la aplicación de fuerza de empuje, la velocidad de rotación y percusión, el diámetro del taladro, barrido o limpieza de los detritus, longitud del taladro, orientación o dirección de los taladros y eficiencia del operador (Villar Zamora, 2021, p. 8).

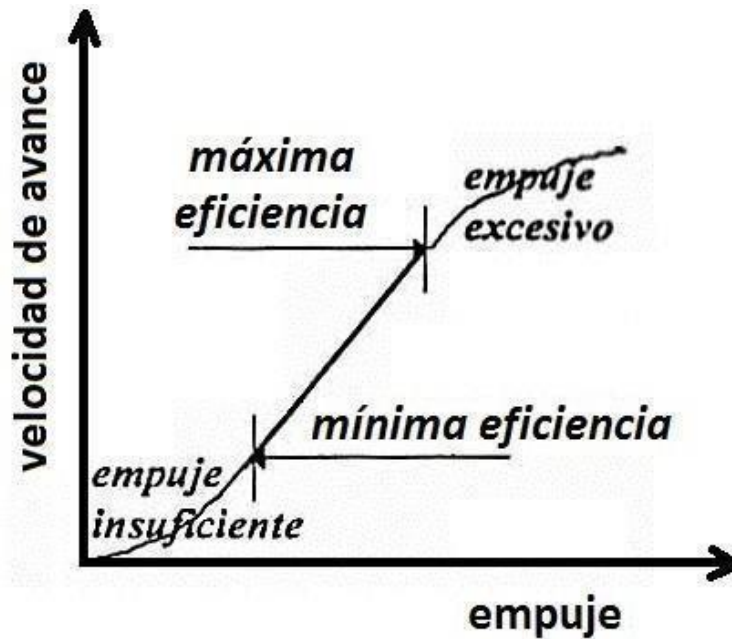


Figura 23. Velocidad de Perforación

2.2.8. Determinación de Estándares Operativos

Según Consorcio Minero Horizonte CMH (2004), los estándares son herramientas que se elaboran en base a la legislación Know how, de profesionales del área que colaboran para tomar las acciones de control y correctivas de efectos de funcionabilidad operativa de los equipos de perforación para medir la performance, la eficiencia de estos y supervisión de los equipos, que también se les conoce los términos VEO (Verificación de Estándares Operacionales).

2.2.9. Código de Operación

El manual de operación Resefer: Minig & Construction S.A. (2016) nos indica que los códigos de operación son las características físicas de identificación de los equipos Resefer, que se establece para conocer la vida operacional de los equipos de perforación.

2.2.10. Tiempos Productivos

Establecemos una relación según (Bernaola Chávez, 2012) en su obra Gestión de la productividad total en minería subterránea: Menciona los indicadores de productividad. Los tiempos productivos es un indicador empresarial, que pone de manifiesto el tiempo productivo de los equipos y para equipos de perforación.

2.2.11. Demoras no operativas

Se considera como el tiempo perdido durante el cual el equipo se encuentra paralizado. En el Sistema Convencional de Distribución de Tiempos a las demoras no operativas se les considera a aquellas horas que están fuera del tiempo disponible de la operación del equipo Resefer.

2.2.12. Demoras Operativas

Es el tiempo ocupado o que corresponde a las actividades improductivas de los equipos originados por la interrelación de los equipos Resefer de perforación que cumplen distintas funciones en la actividad productiva. Ejemplo, desate de rocas o cuñas de rocas después del disparo.

2.1.13. Demoras operativas por Apertura

Es el tiempo ocupada por la instalación y revisión de accesorios y partes del equipo tales como filtros, mangueras, protección conexiones, abastecimiento de aceite, etc. del equipo Resefer de perforación.

2.2.14. Demoras Mecánicas

Está constituido por las actividades destinadas propias al mantenimiento o mantener operativo el equipo o maquinaria perforadora Resefer, es decir, es el tiempo que se asigna para el mantenimiento preventivo y correctivo en las diferentes etapas del tiempo de vida del equipo.

2.2.15. Stand by de Equipos

Dentro del análisis FODA de la Empresa y para efectos de mantener la productividad una fortaleza en términos de Know How Técnico es mantener equipos en reserva que necesariamente deben estar en buen estado con mantenimiento preventivo y general de equipos de perforación. Que deben estar disponibles en el mejor de los casos.

2.2.16. Taladros

Son huecos especiales preparados en el macizo rocoso, hechos con el único fin de alojar en ellos cierta cantidad de material explosivo, que al detonar produce una abertura mayor.

2.2.17. Mantenimiento de equipos de perforación

Según STRACONGYM (2014) en el que se indica que el mantenimiento preventivo y las inspecciones se correlacionen directamente con la reducción del tiempo de inactividad de la máquina. Así se evita que los pequeños y crecientes defectos y daños se conviertan en preocupaciones serias y costosas. Esto, a su vez, permite una mejor gestión de todos los activos de los equipos, incluyendo la programación de tiempos de operación más estratégicos, el servicio y las reparaciones complementarias subcontratadas sin detener los plazos y los flujos de trabajo del proyecto. El objetivo del mantenimiento de los equipos perforadores a considerar es: Reducción de accidentes o incidentes de seguridad, reducción de los tiempos de parada de los equipos, reducción del costo de la propiedad. optimizar los costos y beneficios de las alteraciones de los activos, reducir la posibilidad de que falle la plataforma de perforación, entre otras.

2.2.18. Procedimientos de mantenimiento preventivo de los equipos de perforación subterránea

Según Polar (2006), la ejecución de un programa de mantenimiento del equipo de perforación es muy importante. Las máquinas perforadoras de alto costo requieren de mucha inversión de capital inicial, pero esa inversión inicial se paga por sí misma con un adecuado cuidado y el mantenimiento. Se debe tener en cuenta en la revisión de los siguientes componentes.

- Motores y generadores
- Dibujos de versatilidad de movimientos Líneas de perforación
- Equipo de elevación
- Sistema de circulación de lodo Giro
- Tanques de combustible y agua Bocados de perforación Componentes hidráulicos o neumáticos.

2.2.19. Mantenimiento Preventivo

Según Ramírez (2006) el mantenimiento preventivo consiste en la sistematización de las revisiones a las que cada máquina debería someterse diariamente. También es conocido como mantenimiento preventivo a las actividades que se enfoca en garantizar el buen estado de la máquina a partir de un plan de trabajo programado y que evite la presencia de averías. Son tareas específicas que se debe hacer a los equipos. Esto se debe hacer en dos momentos.

- Inicial: Antes de empezar la operación de perforación
- Final: Al terminar la tarea de perforación de la tanda programada.

2.2.20. Mantenimiento Programado

Según Polar (2006), Llamado también mantenimiento planificado, consiste en la revisión de los puntos más débiles de la maquinaria en momentos marcados dentro de un calendario planificado y inducido por el fabricante

2.2.21. Mantenimiento correctivo

Según Stracongym (2014) el mantenimiento correctivo, es aquél que suele realizarse después de una avería que no ha sido posible evitar o también al detectar un rendimiento de la maquinaria menor que de costumbre.

2.2.22. Disponibilidad Mecánica

Según Gamarra (2009) la disponibilidad mecánica de un equipo es la relación entre el número de horas trabajadas y el número de horas empleadas en reparación.

2.2.23. Utilización

Según Mather (2005) la utilización de equipos Resefer (U), es el porcentaje del tiempo mecánicamente disponible en que el equipo se encuentra operando y realizando su función de perforación. Los tiempos de pausas, retrasos por cambios de turno, cierres de la operación debido a efectos de voladura, etc., se deducen del tiempo disponible.

2.2.24. Productividad

Según Carro y Gonzales (2012) se define la productividad como la acción que hace mejorar el proceso de producción, estas mejoras describen la utilización efectiva de los recursos y los bienes y servicios producidos. Por lo tanto, se puede definir la productividad como el índice que pone en función el sistema de salidas y entradas de recursos utilizados para producir un bien.

2.2.25. Rendimiento

Según GYM (2008) el rendimiento es la cantidad de trabajo que realiza una cuadrilla de personas en una actividad.

El rendimiento para nuestro estudio se involucra esencialmente sobre los perforadores Resefer utilizados en las operaciones.

2.3. Definición de términos básicos

Los utilizados en el desarrollo del trabajo de investigación se definen a continuación:

- **Indicadores clave de desempeño:**

Este indicador es cuantitativo que nos permite medir el nivel de rendimiento de una actividad o proceso, con el objetivo principal de obtener resultados esperados, es decir, llegar a las metas trazadas, este indicador es de gran importancia para la toma de decisiones y controlar programas de mantenimiento de los equipos y para determinar su evolución de la vida útil de los equipos.

- **Demoras:**

Se denomina así en un indicador a los tiempos en que el equipo perforador esta con el motor encendido o apagado pero que, por factores no programados no desempeña trabajo alguno de la actividad productiva, como es la perforación programada.

- **Productividad:**

Es la relación que se establece entre la producción real sobre los medios de producción en función del tiempo de operación que esta se realiza. Para nuestro caso es los pies perforados por guardia por máquina. Como también puede ser,

pies perforados por hombre-máquina, cociente que relaciona la producción programada o planificada.

- **Ratio:**

Es la medida que nos indica la relación de factores que se relaciona y nos indica la utilización de recursos para producir un bien, la ratio simplemente es el cociente entre dos factores o comparativos. Ejemplos: M³/ml, hh/máquina, \$/hm, hh/kg., etc.

- **Gestión de tiempos:**

Es el análisis necesario de tiempos para calendarizar actividades productivas de cada etapa de un proceso productivo, se realiza con el único fin para optimizar tiempos de cada proceso de la perforación de rocas. Su fin fundamental es medir el tiempo máximo y mínimo del proceso de perforación en la unidad minera de Uchucchacua. Para nuestro proyecto.

- **Rendimiento:**

Es un indicativo del nivel de utilización en función a la producción versus el tiempo que se utilizado en el desarrollo de dicha actividad, si se trata de rendimiento económico esta indicará el retorno del capital en un tiempo establecido. Para nuestro caso el rendimiento es el porcentaje efectivo de utilización del equipo es la cantidad de trabajo que realiza una cuadrilla.

- **Planificación:**

Una definición principal de una planificación es la de establecer, definir, programar criterios estratégicamente para el desarrollo de una actividad productiva, en este caso de nuestro proyecto esta estará relacionada siempre en datos referenciales de reportes de perforación y el comportamiento del

equipo y los operadores, de manera que se pueda cumplir satisfactoriamente las operaciones unitarias.

- **Trabajo eficiente:**

Son las tareas o actividades realizadas con un buen desempeño y que se han cumplido en un ciclo estándar programado en un proceso productivo en la Unidad Minera.

- **Factores de eficiencia:**

Son todos los elementos que miden el desempeño gracias a ellos podemos cuantificar resultados de las cosas bien hechas con resultados satisfactorios dentro del proceso productivo que mejora la productividad en forma óptima.

- **Tarifa de arrendamiento:**

Se dice al precio pagable que por muchos conceptos se `paga por servicios prestados, para nuestro caso serán los pagos a terceros por alquiler de equipos de perforación o cargos por concepto de uso de equipos o maquinaria alquilada o propia de la empresa.

- **Producción:**

Es la cantidad de recursos producidos en una unidad de tiempo usando ingentes recursos tales como mano de obra, recursos financieros, bienes y servicios y otros elementos que directa e indirectamente han provocado la producción.

- **Equipo pesado:**

Es una máquina que está diseñada para efectuar trabajos específicos en forma masiva, estos equipos y maquinarias deben estar administradas por personal altamente clasificado para alcanzar los objetivos programados mediante los operadores hábiles y experimentados operando estas herramientas de trabajo.

- **Posicionamiento de perforación:**

En la forma geométrica que se debe el equipo mediante maniobras realizadas por el operador para comenzar la operación en forma precisa y segura para seguir la perforación según la malla previamente diseñada. Ver *Figura 24*, *Figura 25* y *Figura 26*.



Figura 24. Martillo de Cabeza-

Fuente Atlas Copco-web (2015)



Figura 25. Martillo de Fondo.

Fuente Atlas Copco-web (2015)



Figura 26. Triton DF-S16: Línea Resefer-Fuente: Resefer manufacturing.

Fuente Resefer manufacturing

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La adecuada implementación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación mejoraría la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a. La evaluación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación incrementaría la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.
- b. El incremento de la velocidad de perforación mejoraría la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.

2.5. Identificación de variables

Para la investigación se consideran las variables dependientes e independientes (Pino, 2018).

2.5.1. Variables de la Hipótesis General

Variable Independiente

- $X =$ *Indicadores de control de eficiencia de la perforación en la Unidad Minera Uchuchacua.*

Variable Dependiente

- $Y =$ *Performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.*

2.5.2. Variables de Hipótesis Específica

Variable Independiente

- $X1 =$ *Evaluación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación*
- $X2 =$ *Velocidad de perforación de los equipos en la Unidad Minera Uchucchacua.*

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Los indicadores de las variables de la investigación se detallan a continuación.

2.6.1. Indicadores de la Hipótesis General

Los indicadores son:

▪ Variables Independientes

$X =$ Implementación de los indicadores de control de eficiencia en las **operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.**

▪ Variables Dependientes

$Y =$ Performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.

2.6.2. Indicadores de las Hipótesis Secundarias

Tenemos:

- **Variables Independientes**

X = Determinar los indicadores de control de eficiencia en las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.

DIMENSIONES:

X₁ = Evaluación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.

X₂ = Velocidad de perforación en las operaciones de la Unidad Minera Uchucchacua.

- **Variables Dependientes**

Y = Mejoramiento de la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.

INDICADORES:

Y₁ = Rendimiento de la perforación.

Y₂ = Productividad de la perforación.

Ver Tabla 4 de la página 50.

Tabla 4. Cuadro de operacionalización de variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnica de análisis	Instrumento de análisis	Fuentes
<p>Variable Independiente:</p> <p>X = Determinar los indicadores de control de eficiencia de la perforación en la unidad minera Uchucchacua.</p>	<p>X₁ = Evaluación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.</p> <p>X₂ = Mejorar la velocidad de perforación en las operaciones de la Unidad Minera Uchucchacua.</p>	<p>X₁ = Evaluación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.</p> <p>X₂ = Mejorar la velocidad de perforación en las operaciones de la Unidad Minera Uchucchacua.</p>	Documental	Informe mensual de la Unidad Minera Uchucchacua.	Datos del área de Planeamiento de la Unidad Minera Uchucchacua.
<p>Variable Dependiente:</p> <p>Y = Performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.</p>	<p>Y₁= Rendimiento de la perforación.</p> <p>Y₂= Productividad de la perforación.</p>	<p>Y₁= Rendimiento de la perforación.</p> <p>Y₂= Productividad de la perforación.</p>	Documental.	Informe	Unidad Minera Uchucchacua.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Es una investigación cuantitativa y explicativa que se desarrolla mediante mediciones de tiempo en base a los tiempos de disponibilidad mecánica, utilización y demoras operativas que deben ser optimizadas.

3.2. Nivel de investigación

La investigación es descriptiva.

Características de la investigación

Procedimental debido a que sigue un determinado proceso, iniciándose con una idea, luego sigue una premisa y finalmente llega a una meta o producto final.

3.3. Métodos de investigación

El procedimiento que se debe seguir en la tesis es:

Primeramente, se evaluará los resultados obtenidos de las operaciones de perforación con los equipos RESEFER, en pies perforados por perforadoras.

En base a esta evaluación se tabulan y se determina los indicadores de eficiencia con las que podemos tomar decisiones respecto a la velocidad y tiempos

óptimos de perforación además se determinará los índices de control operativo KPI's, de los perforadores que están disponibles.

Además estos índices nos servirá para se implementar el trabajo de campo (voladura de los bancos), siguiendo las actividades inherentes a estas operaciones que será propuestas de mejora para otras actividades unitarias para el minado continuo que sigue a la perforación que es la base del trabajo minero bajo los índices de eficiencia. Para nuestro estudio se han seguido el diseño de la estructura que se muestra en la figura adjunta.

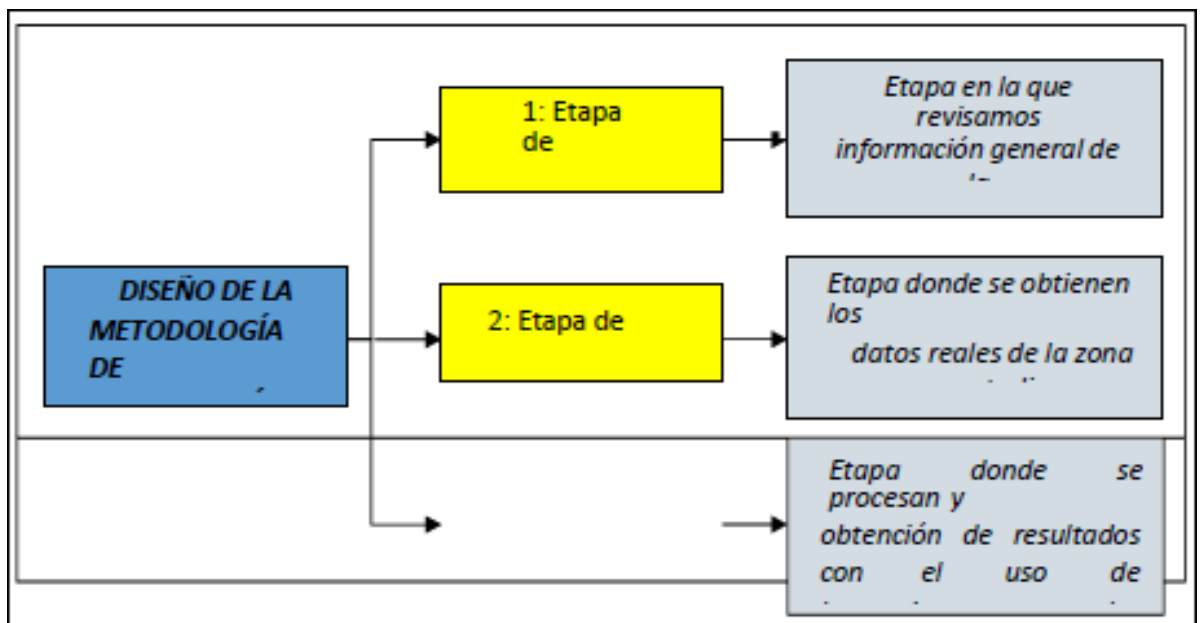


Figura 27. Diagrama de ayuda del diseño de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación de nuestra tesis será cuantitativo experimental porque vamos a realizar pruebas de campo (pruebas de perforación), donde emplearemos datos, materiales como: equipos perforadores, barrenos de perforación velocidad de perforación. Horario de trabajo, horas operativas por

guardia, tiempo de perforación, demoras operativas, numero de taladros por guardia, pies perforados por guardia. etc.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población está compuesta por todos los equipos Resefer que se está utilizando en la mina, en los frentes de producción de la unidad Minera, como son, los tajos de las vetas Socorro tajeos:TJ:6383-4W, en la zona alta. Nivel 3710 S, se han registrado los datos de las guardias de Dia y Noches, en el mes de julio del 2021- noviembre del 2021, en las actividades siguientes:

- Perforación en mineral
- Perforación de repaso en mineral
- Perforación en desmonte
- Perforación para el sostenimiento

3.5.2. Muestra

Datos Taladrados perforados registrados durante el mes de noviembre del 2021 en la veta socorro tajo: TJ:6383-4W

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

La técnica que emplearemos en la tesis será una técnica instrumental, para lo cual se hará pruebas de campo empleando técnicas en equipos tipo Resefer con establecidas las condiciones de mantenimiento preventivo y las condiciones de operatividad, con los que se registran los resultados, que serán los datos cuantitativos y cualitativos de cálculo de los indicadores deseados para el estudio

3.6.2. Instrumentos

Entre los instrumentos tenemos:

- Cronometro digital
- Hojas de calculo
- Computadoras
- Fichas de control
- Reporte de mantenimiento mecánico de perforadoras

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación se realizará mediante consulta a expertos y para el procesamiento de los datos usaremos el programa estadístico Jamovi. (Hernández-Sampieri, 2010)

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos se llevará a cabo con un análisis de los parámetros control de movimientos de equipos y operadores diseño propuesto en base a los objetivos propuestos para el desarrollo del proyecto a solicitud de la gerencia de operaciones y planeamiento. La información de la base de datos de procesará usando la hoja de cálculo y el programa estadístico Jamovi para probar las hipótesis.

3.9. Tratamiento estadístico

Para el análisis de los datos se aplicó la estadística descriptiva, mediante el proceso de recolección, agrupación y presentación de los datos, posterior a la recolección de datos, se realizó el procesamiento de la información con la elaboración de tablas, gráficos estadísticos, con la finalidad de obtener los resultados del estudio.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

El desarrollo de la tesis se ha realizado respetando la veracidad, la honestidad guardando reserva de información, a lo largo del desarrollo de la investigación y durante el procesamiento de los datos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Características del yacimiento

Es imprescindible contar con la evaluación geomecánica del macizo rocoso, en las que se tienen las características geométricas, la orientación y el buzamiento de las vetas. Al respecto, el ángulo de buzamiento de la veta Gina Socorro es empinado y las cajas son relativamente competentes que se hacen presencia en la veta Socorro, se nota la compañía a la mineralización a lo largo de toda la longitud del cuerpo, las cajas se presentan como cuerpo mineralizado reconocido en el tajeo 6675-S-2, que tiene una longitud de 200 m aproximadamente.

4.1.2. Ciclo de minado

4.1.2.1. Perforación

Para esta operación unitaria se considerarán las siguientes variables de control detalladas enseguida:

Tabla 5. *Variables de control en perforación.*

PERFORACION TAJO 6675-2	
Número de días trabajos/mes	28
Longitud del barreno	1.5
Número de taladros perforados/gdia.	8
Número de taladros perforados/día	16
Número de metros perforados/día	208
Número de metros perforados/mes	5824
Número de trabajadores por guardia	2
Número de horas nominales	8
Tiempo total de perforación/tal	45
Velocidad de perforación (m/min.)	0.29
Toneladas/metro perforado	11.7
Costo de perforación (US \$/TCS)	0.60

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

4.1.3. Determinación de los Principales Indicadores de Perforación

Para la determinación de los indicadores de operatividad de los equipos de perforación de los equipos se ha estructurado los siguientes parámetros con los que debemos determinar la eficiencia, eficacia y el proceso de control de la operación de perforación en lo que respecta de la máquinas perforadoras en la Unidad Minera Uchucchacua, para nuestro estudio se ha utilizado el esquema que se muestra a continuación:

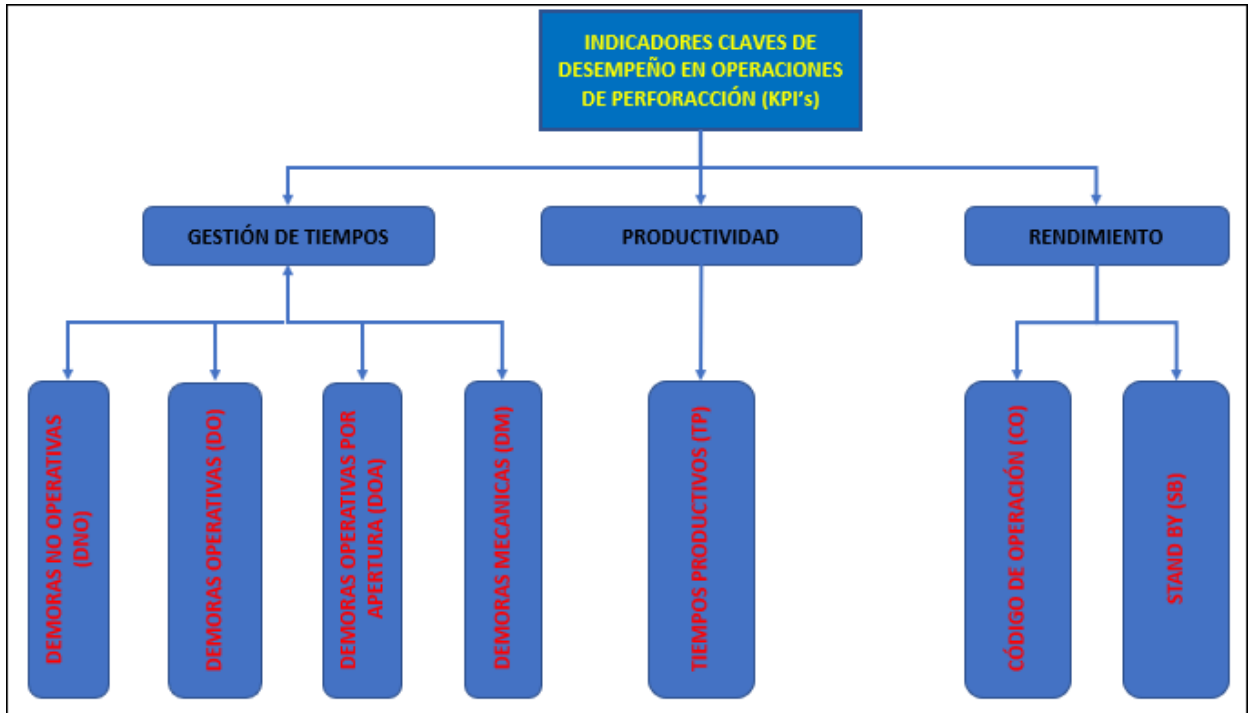


Figura 28. Esquema base de indicadores de KPI's

Fuente: Elaboración propia.

Para el estudio, se han utilizado la siguiente nomenclatura muy útil para tabular los datos de las variables respectivas de las perforadoras, cabe indicar que para el estudio se han tomado 4 máquinas Resefer, operativos en la guardia de día como en la guardia de noche al servicio de la Unidad Minera

CÓDIGO DE OPERACIÓN	CO
TIEMPOS PRODUCTIVOS	TP
DEMORAS NO OPERATIVAS	DNO
DEMORAS OPERATIVAS	DO
DEMORAS OPERATIVAS POR APERTURA	DOA
DEMORAS MECÁNICAS	DM
STAND BY	SB

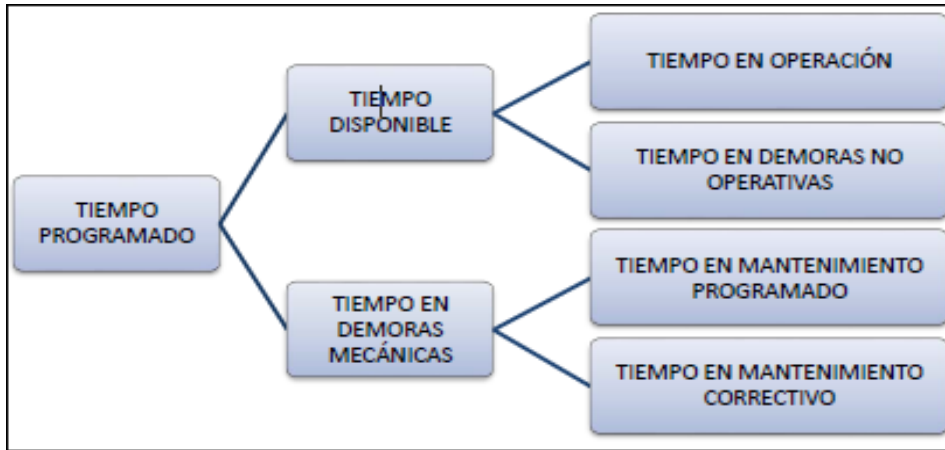


Figura 29. Esquema de Tiempos para los equipos Resefer

Fuente: Tomado de E Ramírez 2006

Los indicadores de gestión para el desempeño de cada equipo RESEFER, que serán medidos y tabulados son:

Tabla 6. Indicadores de gestión para el desempeño de los equipos Resefer.

TP	Perforación en mineral
	Perforación de repaso en mineral
	Perforación en desmonte
	Perforación de repaso en desmonte
	Perforación para sostenimiento
DNO	Falta de operador
	MpL - mant. Preventivo de labor
	Ingreso y salida del personal
	Charla
	Traslado de personal a la labor
	Apoyo en servicios mineros
	Accidente de equipo
DO	Falta de labor
	Falta de servicios (energía, agua y aire)
	Falta de aceros de perforación
	Falta de ventilación
	Trabajos varios
	Recuperación de aceros de perforación
DO_A	Inspección de equipo
	Traslado de equipo
	Instalación de equipo
DM	Mantenimiento preventivo inicial/final
	Mantenimiento programado
	Mantenimiento correctivo

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se han analizado los indicadores de las características propias de trabajo del equipo Resefer en estudio, como son:

Tabla 7. *Indicadores de gestión para el desempeño de los equipos Resefer.*

Falta de ventilación
Trabajos varios
Recuperación de aceros de perforación
Inspección de equipo
Traslado de equipo
Instalación de equipo
Mantenimiento preventivo inicial/final
Mantenimiento programado
Mantenimiento correctivo
Refrigerio
Total, Tiempos (Máx 720 min)
Combustible (Gls)
Horómetro Inicial
Horómetro Final
Horas Máquina (Hrs)
Horómetro Inicial
Horómetro Final
Horas Percusión (Hrs)
Turnos Programados
Disponibilidad Mecánica (DM)
Utilización (U)
Velocidad Neta Perforación (m/Hr)
Longitud Taladro (m/tal)
Taladros Perforados
Velocidad Perforación (m/Hr)
Disponibilidad Mecánica (DM)
Utilización (U)

Fuente: Elaboración propia

Para la determinación efectiva de los KP'is, hemos incidido la observación de los Horómetros inicial y final de cada equipo, como indicadores de valoración para nuestro estudio.

**4.1.3.1. Modelamiento de Indicadores para los KPi's de perforadoras
RESEFER**

Disponibilidad Física

$$DF = \frac{HP - HM}{HP}$$

Siendo:

DF = Disponibilidad Física

HP = Horas programadas

HM = Horas de Mantenimiento

Disponibilidad Mecánica

$$DM = \left[\frac{HO}{HO - HM} \right] x 100$$

Siendo:

DM = Disponibilidad mecánica expresado en porcentaje

HO = Horas de Operativas

Utilización

$$U = \left(\frac{HO}{HP} \right) x 100$$

Siendo:

HO = Horas operativas

Disponibilidad

$$D = \left[\frac{HO}{HO + DNO} \right] \times 100$$

Siendo:

DNO = Demoras no Operativas

Rendimiento

$$RN = \frac{UT}{T}$$

Siendo

RN = Rendimiento

UT = Unidades de trabajo

T = Tiempo

4.1.4. Perforación y voladura en la galería 3710 Socorro

Las operaciones de perforación se han monitoreado y reportado para nuestros fines en la zona alta y baja de la veta socorro en el nivel 3710 en los tajos TJ de la zona alta y baja de la veta socorro.

Tabla 8. *Reporte de Operaciones de Perforación Ejecutadas a la fecha Zona Alta.*

EJECUTADOS A LA FECHA ZONA ALTA				
EQUIPOS	METROS	PROGRAMADO	CUMPLIMIENTO	OBSERVACION
	EJECUTADO			
RESEFER 02	1333.46	253350.00 mt	1 %	
TOTALES	1333.46 mt	253350.00 mt	1 %	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. *Reporte de Operaciones de Perforación Acumulada total Zona Alta.*

PERFORACION ACUMULADA TOTAL ZONA ALTA				
LABOR	METROS	TONELADAS	FILAS	OBSERVACION
TJ 6546-4	331.00 mt	993.00 TN	F19- 28	
TJ 6383- 4W	901.00 mt	2252.50 TN	F 68- 110	
TOTALES	331.0	993.0		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. *Reporte de Operaciones de Perforación Ejecutados a la fecha Zona Baja.*

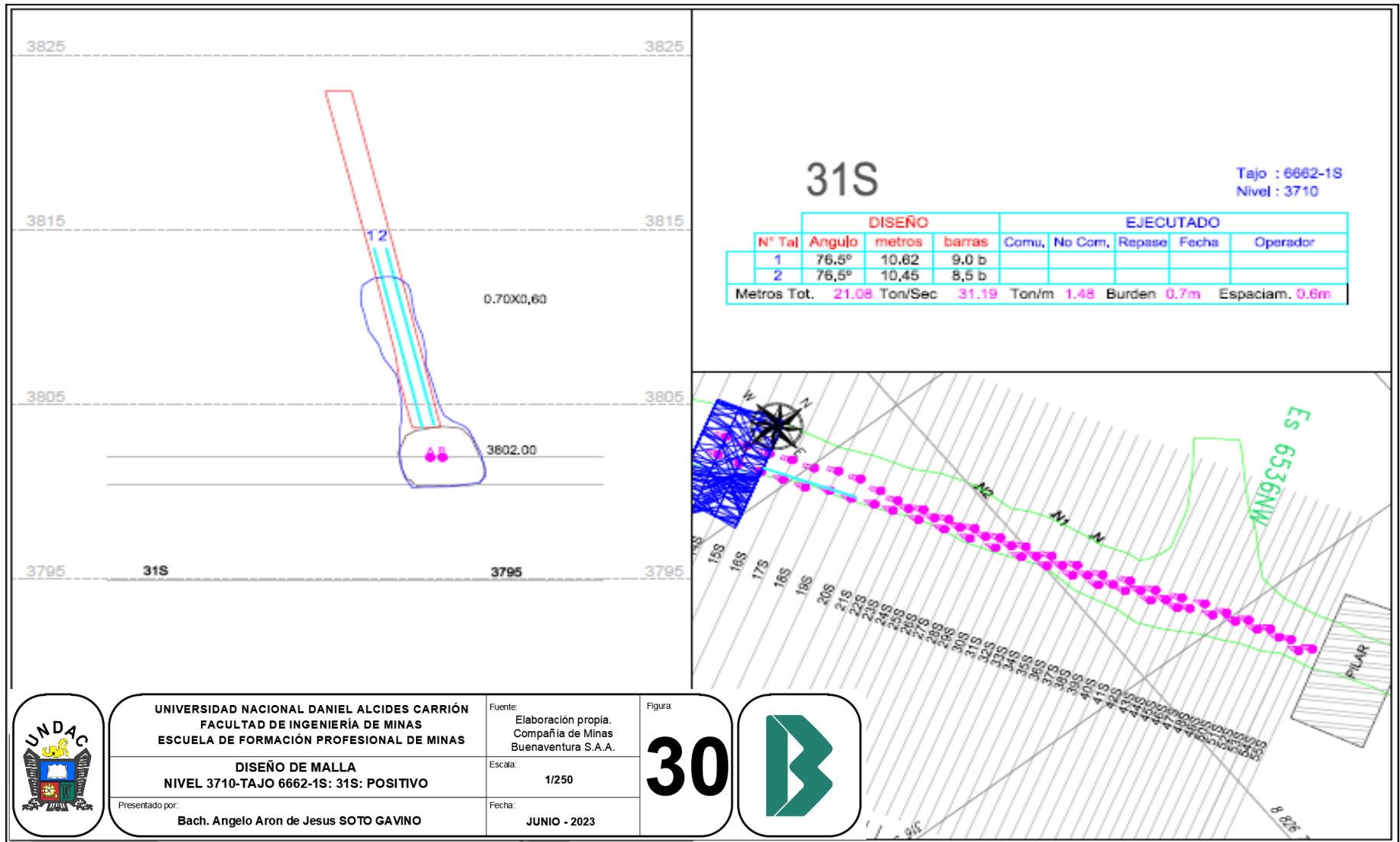
EJECUTADOS A LA FECHA ZONA BAJA				
EQUIPOS	METROS	PROGRAMADO	CUMPLIMIENTO	OBSERV
	EJECUTADO			
RESEFER 01	1448.75	253350.00 mt	1 %	
RESEFER 03	1219.39	253350.00 mt	0 %	
TOTALES	2668.14 mt	506700.00 mt		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. *Reporte de Operaciones de Perforación Acumulada total Zona Baja.*

PERFORACION ACUMULADA TOTAL ZONA BAJA				
LABOR	METROS	TONELADAS	FILAS	OBSERVACION
TJ 6610-1C	428.19 mt	1284.57 TN	F41-81 + SLOT	
TJ 6610-1N	204.00 mt	612.00 TN	F64-76	
TJ 6610-1C(-)	45.10 mt	135.30 TN	14-15.	
TJ 6636-4S	190.30 mt	570.90 TN	F43-F59	
TJ 6637	93.90 mt	281.70 TN	F19	
TJ 6753-3	22.00 mt	66.00 TN	F18	
TOTALES	983.49 mt	2950.5		

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS

DISEÑO DE MALLA
NIVEL 3710-TAJO 6662-1S: 31S: POSITIVO

Presentado por:
Bach. Angelo Aron de Jesus SOTO GAVINO

Fuente:
Elaboración propia.
Compañía de Minas
Buenaventura S.A.A.

Escala:
1/250

Fecha:
JUNIO - 2023

Figura:
30



Figura 30. Diseño de malla Nivel 3710-Tajo 6662-1S: 31S: POSITIVO

Fuente: Elaboración propia. Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

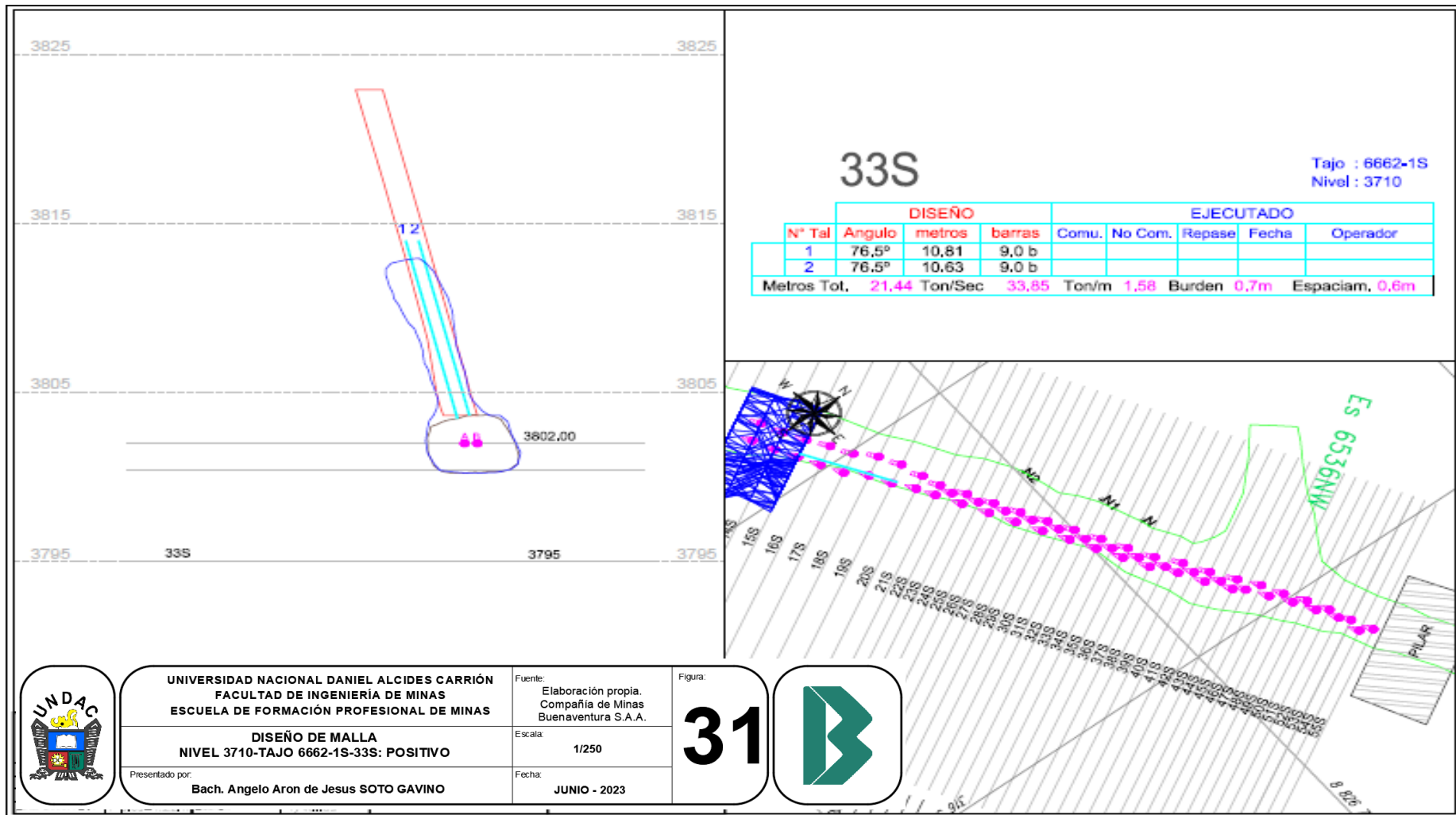


Figura 31. Diseño de malla Nivel 3710-Tajo 6662-1S-33S: POSITIVO

Fuente: Elaboración propia. Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

Las tomas de datos de campo se han tabulado en un registro Excel, en el cual utilizando las fórmulas como una hoja de cálculo se detallan toda la información de los equipos y de las operaciones respectivas en las operaciones de perforación en el nivel 3710, en los tajos 31S y 33S, respectivamente donde se han realizado el pilotaje del estudio en la Mina Socorro de la unidad Minera Uchucchacua. En los siguientes Item, se detallan los cálculos para cada equipo resefer, que lo designamos como R1, R2, R3, y R4, respectivamente elegidos aleatoriamente para el estudio y determinar la performance mediante los indicadores de operaciones los KPI's.

4.2.1. Perforación y voladura en la galería 3710 Socorro

Tabla 12. Operaciones de Perforación en Socorro Alto y Bajo.

TOTAL ZONA ALTA				
METROS	RESEFER 01	RESEFER 02	RESEFER 04	TOTAL
BARRAS 2.5	340.99	3534.95	642.33	4518.27
BARRAS 5	0	79.91	54.9	134.81

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Determinación de los indicadores gestión para los equipos RESEFER.

Ver las siguientes tablas.

Tabla 13. R1: Determinación de los Indicadores de Gestión de la Perforadora RESEFER N° 1.

Equipo:		RESEFER - 1															
Turno:		DIA		NOCHE		DIA		NOCHE		DIA		NOCHE		DIA		NOCHE	
Fecha:		1-Nov		2-Nov		3-Nov		4-Nov		5-Nov		6-Nov		7-Nov			
Labor:																	
Producción	Metrar	74	90	86	31	74	100	127	95	106	125	146	124	108	142		
	Taladrar x malla	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Código de Operación	Tiempo Neto de Perforación (min)	210	310	240	145	345	325	360	465	360	435	270	375	300	445		
	181 Perforación en mineral		310	240	145	240	325	360	350	360	435	270	330	300	445		
TP	182 Perforación de repara en mineral	210				105			115				45				
	111 Perforación en dormante																
	112 Perforación de repara en dormante																
	128 Perforación para artonimiento																
	281 Falta de operador																
DNO	282 Mpl - mant. Preventiva de labor																
	283 Ingreso y salida del personal	60	20	90	140	90	80	90	80	150	80	90	80	90	80		
	284 Charla	30	20	30	20	30	10	30	10	30	20	30	20	30	20		
	285 Traslado de personal a la labor		40		30		30		45				35		40		
	212 Apaga en servicio menor							30									
DO	216 Accidente de equipo																
	289 Falta de labor					45	65					60					
	218 Falta de servicio (energía, agua y aire)																
	219 Falta de acorar de perforación	120		120													
	214 Falta de ventilación									90	15						
DOA	215 Trabajar variar	30		30		30	150	30				120	105	150	75		
	217 Recuperación de acorar de perforación				100					30	50						
	286 Inspección de equipo	30	15	30	10	30	15		15			30	15	30	15		
	288 Traslado de equipo																
	211 Instalación de equipo	90	25	60		60		90	60		75	60		30			
DM	381 Mantenimiento preventivo inicial/final			75													
	382 Mantenimiento programado																
	383 Mantenimiento correctivo	60	245		230					60	45		45				
	287 Refrigería	90	45	45	45	90	45	90	45	90	45	60	45	90	45		
	Total Tiempo (Máx 720 min.)	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720		
hr diesel	Horometro Inicial	1,033.3	1,033.4	1,033.6	1,033.7	1,033.7	1,033.9	1,034.0	1,034.2	1,034.2	1,034.2	1,034.6	1,035.0	1,035.6	1,034.3		
	Horometro Final	1,033.4	1,033.6	1,033.7	1,033.7	1,033.9	1,034.0	1,034.2	1,034.2	1,034.2	1,034.6	1,035.0	1,035.6	1,034.3	1,034.6		
hr electrico	Horar Máquina (Hrz)	0.1	0.2	0.1	0.0	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.4	0.4	0.6	-1.3	0.3		
	Horometro Inicial	7,034.1	7,037.2	7,040.7	7,043.1	7,046.1	7,050.9	7,054.1	7,058.2	7,064.1	7,067.9	7,072.4	7,076.1	7,080.3	7,084.3		
	Horometro Final	7,037.1	7,040.7	7,043.1	7,046.1	7,050.9	7,054.1	7,058.2	7,064.1	7,067.9	7,072.4	7,076.1	7,080.3	7,084.3	7,088.4		
	Horar Percusión (Hrz)	3.0	3.5	2.4	3.0	4.8	3.2	4.1	5.9	3.8	4.5	3.7	4.2	4.0	4.1		
	Turnar Programadar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
KPI's	Turno	Durpanibilidad Mecánica (DM)	92%	66%	90%	68%	100%	100%	100%	100%	92%	94%	100%	94%	100%	100%	
		Utilización (U)	77%	39%	81%	44%	88%	94%	88%	94%	91%	93%	92%	87%	88%	94%	
	Velocidad Nota Perforación (m/Hr)	21	17	22	13	13	18	21	12	18	17	33	20	22	19		
	Lanzitud Taladra (m/ta)	7.4	9.0	8.6	3.1	7.4	10.0	12.7	9.5	10.6	12.5	14.6	12.4	10.8	14.2		
	Dia	Taladrar Perforadar	20		20		20		20		20		20		20		
Velocidad Perforación (m/Hr)		19		18		16		16		17		25		20			
Durpanibilidad Mecánica (DM)		79%		79%		100%		100%		93%		97%		100%			
	Utilización (U)	58%		63%		91%		91%		92%		89%		91%			

Fuente: Mina Uchuchacua.

Tabla 14. *Indicadores de gestión perforadoras Resefer N° 1.*

	1-Mes	2-Mes	3-Mes	4-Mes	5-Mes	6-Mes	7-Mes	8-Mes	9-Mes	10-Mes	11-Mes	12-Mes	13-Mes	14-Mes
Metros Perforados (m)	164	118	174	222	230	270	250	0	0	0	0	0	0	0
Velocidad de Perforación (m/Hr)	19	18	16	16	17	25	20	0	0	0	0	0	0	0
Velocidad de Perforación Promedio (m/Hr)	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Disponibilidad Mecánica (DM)	73%	73%	100%	100%	93%	97%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Disponibilidad Mecánica Promedio	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Utilización (U)	58%	63%	91%	91%	92%	89%	91%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Utilización Promedio	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%
Tiempo Operativo por Día (Hrs)	14.0	15.8	20.0	19.0	21.0	19.8	20.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tiempo Inoperativo (Hrs)	7.8	6.8	1.8	2.8	3.0	2.5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tiempo Operativo por Turno (Hrs)	7.5	6.5	8.5	7.3	9.0	11.0	9.0	10.0	11.0	10.0	9.5	10.3	9.5	11.0
Tiempo Inoperativo	3.0	4.8	2.8	4.0	1.5	0.3	1.5	1.3	1.0	2.0	1.5	1.0	1.0	0.3

Fuente: Mina Uchucchacua. Elaboración propia

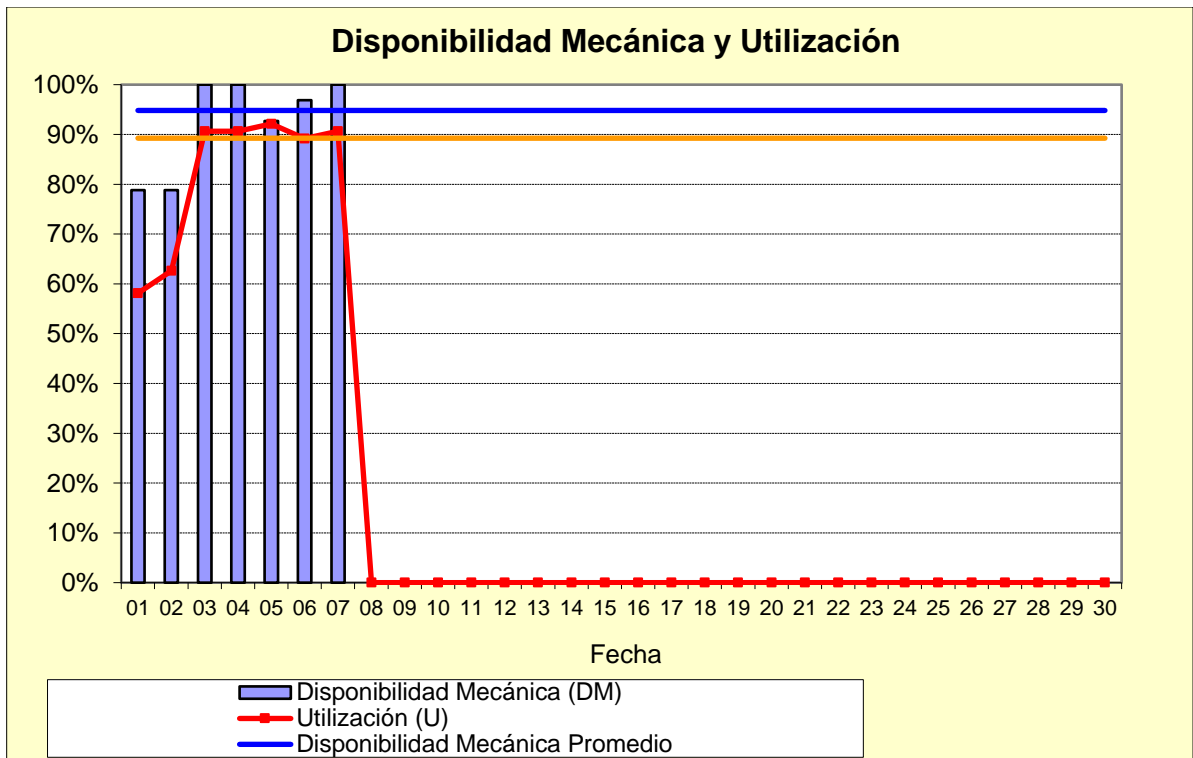


Figura 32. Disponibilidad Mecánica y Utilización

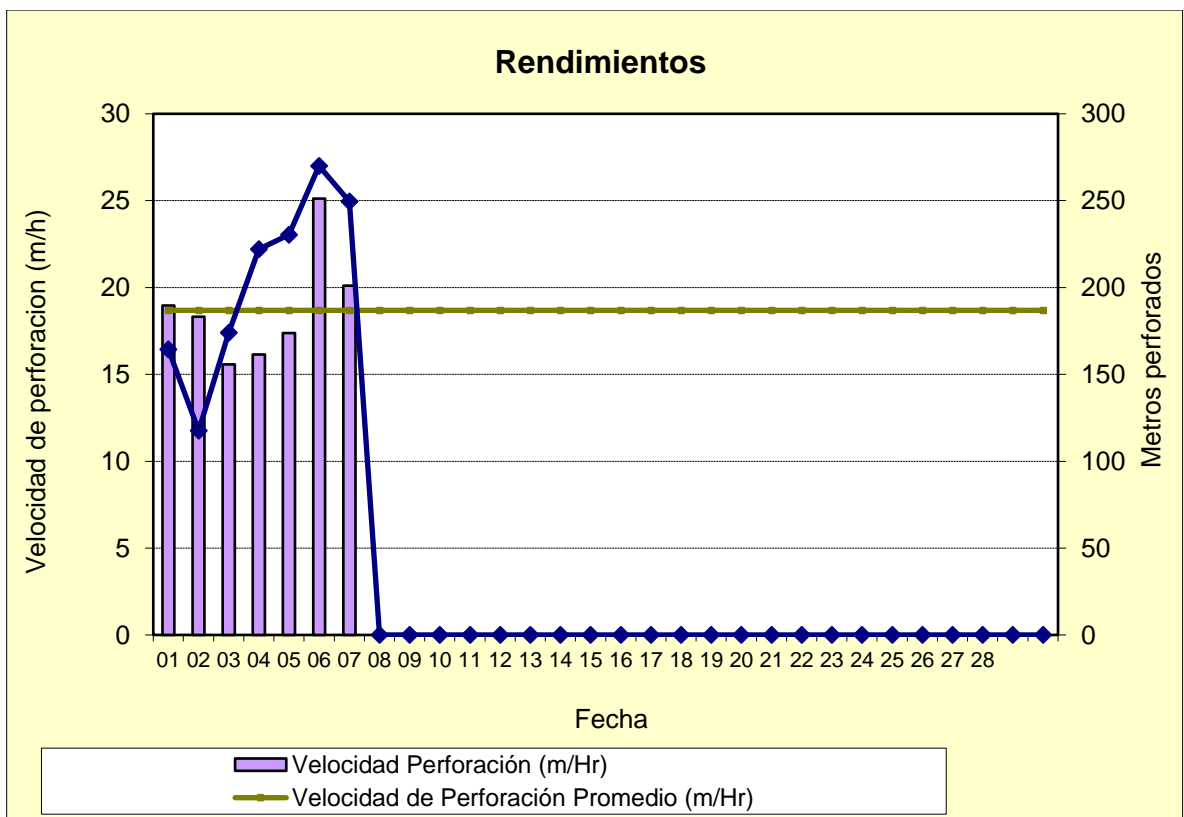


Figura 33. Rendimiento

Tabla 15. R2: Determinación de los Indicadores de Gestión de la Perforadora RESEFER N° 2.

Equipos:		RESEFER - 2															
		Turno:	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B			
		Fecha:	1-Mar		2-Mar		3-Mar		4-Mar		5-Mar		6-Mar		7-Mar		
		Labor:															
Producción	Motrar		34	90	72	97	119	47	93	133	77	72	60	110	73	130	
	Taladrar x malla		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Códigos de Operación	Tiempo Neto de Perforación (min)		330	240	180	225	330	70	315	320	235	205	150	180	210	240	
	101 Perforación en mineral		330	240	180	225	330	70	315		235	205	150	180	210	240	
TP	102 Perforación de repara en mineral																
	111 Perforación en dormante									320							
	112 Perforación de repara en dormante																
	120 Perforación para artonimiento																
	201 Falta de operador																
DNO	202 Mpl - mant. Preventiva de labor			40	30	25				40		20					
	203 Ingreso y salida del personal			85	90	75	90	75	90	75	90	75	90	75	90	80	
	204 Charla			15	30	25	60	10	50	25	10	25	30	25	30	25	
	205 Traslado de personal a la labor			10		40	5	15		20		20		30		15	
	212 Apaga en servicio minero																
DO	216 Accidente de equipo																
	203 Falta de labor		180	150	270	150		505		60	60	210	240	30	300		
	218 Falta de servicio (energía, agua y aire)																
	215 Falta de acorar de perforación																
	214 Falta de ventilación			40				30									
EOA	215 Trabajar variar		30	20					45	80	80		130	60		110	
	217 Recuperación de acorar de perforación																
	206 Inspección de equipo						10		10							20	
	208 Traslado de equipo			20			20		30		45	25		5			
	211 Instalación de equipo		120	100	120	60	100	15	120	40	90	80	20	255	90	170	
DM	301 Mantenimiento preventivo inicial/final						45										
	302 Mantenimiento programado																
	303 Mantenimiento correctiva					60											
	307 Refrigeria		60			60	60		60	60	60	60	60	60		60	
Total Tiempo (Máx 720 min)			720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	
Hcl. Direct	Camburible (Glr)																
	Harametra Inicial		832.7	833.8	833.4	834.1	834.5	835.1	835.7	836.3	836.7	837.7	838.4	840.8	840.3	841.5	
	Harametra Final		833.8	833.4	834.1	834.5	835.1	835.7	836.3	836.7	837.7	838.4	840.8	840.3	841.3	841.5	
Hcl. Electric	Hazar Máquina (Hrz)		0.3	0.4	0.7	0.2	0.8	0.6	0.6	0.4	1.0	0.7	1.6	0.3	1.0	0.4	
	Harametra Inicial		1,854.1	1,855.8	1,855.3	1,858.3	1,871.3	1,874.2	1,874.2	1,877.1	1,880.1	1,881.3	1,884.3	1,884.3	1,885.8	1,885.8	1,887.3
	Harametra Final		1,855.8	1,855.3	1,858.3	1,871.3	1,874.2	1,877.1	1,880.1	1,881.3	1,884.3	1,884.3	1,885.8	1,885.8	1,887.2	1,887.3	1,888.5
	Hazar Percusión (Hrz)		1.7	0.7	1.8	3.0	2.9	0.5	2.4	3.0	1.4	0.4	2.4	1.5	1.4	2.5	
	Turnar Programadar		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Disponibilidad Mecánica (DM)		100%	100%	100%	92%	94%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
KPI's	Turno	Utilización (U)		92%	100%	100%	82%	84%	100%	92%	92%	92%	92%	92%	100%	92%	
		Velocidad Nota Perforación (m/Hr)		15	23	24	26	22	40	19	26	16	21	24	37	22	32
		Longitud Taladra (m/tal)		8.4	9.0	7.2	9.7	11.9	4.7	9.8	13.8	7.7	7.2	6.0	11.0	7.8	13.0
		Taladrar Perforadar		20		20		20		20		20		20		20	
		Velocidad Perforación (m/Hr)		18		25		25		22		18		31		28	
	Dia	Disponibilidad Mecánica (DM)		100%		96%		97%		100%		100%		100%		100%	
		Utilización (U)		96%		91%		92%		92%		92%		92%		96%	

Fuente: Mina Uchucchacua. Elaboración propia

Tabla 16. Indicadores de gestión perforadoras Resefer N° 2.

	1-Nov	2-Nov	3-Nov	4-Nov	5-Nov	6-Nov	7-Nov	8-Nov	9-Nov	10-Nov	11-Nov	12-Nov	13-Nov	14-Nov
Metros Perforados (m)	174	169	166	236	149	170	208	0	0	0	0	0	0	0
Velocidad de Perforación (m/Hr)	18	25	25	22	18	31	28	0	0	0	0	0	0	0
Velocidad de Perforación Promedio (m/Hr)	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Disponibilidad Mecánica (DM)	100%	96%	97%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Disponibilidad Mecánica Promedio	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
Utilización (U)	96%	91%	92%	92%	92%	92%	96%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Utilización Promedio	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Tiempo Operativo por Día (Hrs)	19.0	19.0	19.8	18.7	18.0	17.3	18.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tiempo Inoperativo (Hrs)	4.0	4.0	3.2	3.3	4.0	4.7	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tiempo Operativo por Turno (Hrs)	9.0	10.0	10.0	9.0	8.1	11.8	8.3	10.3	8.8	9.3	10.7	6.7	10.5	7.8
Tiempo Inoperativo	2.0	2.0	2.0	2.0	2.9	0.3	2.7	0.7	2.3	1.8	0.3	4.3	1.5	3.2

Fuente: Mina Uchucchacua. Elaboración propia

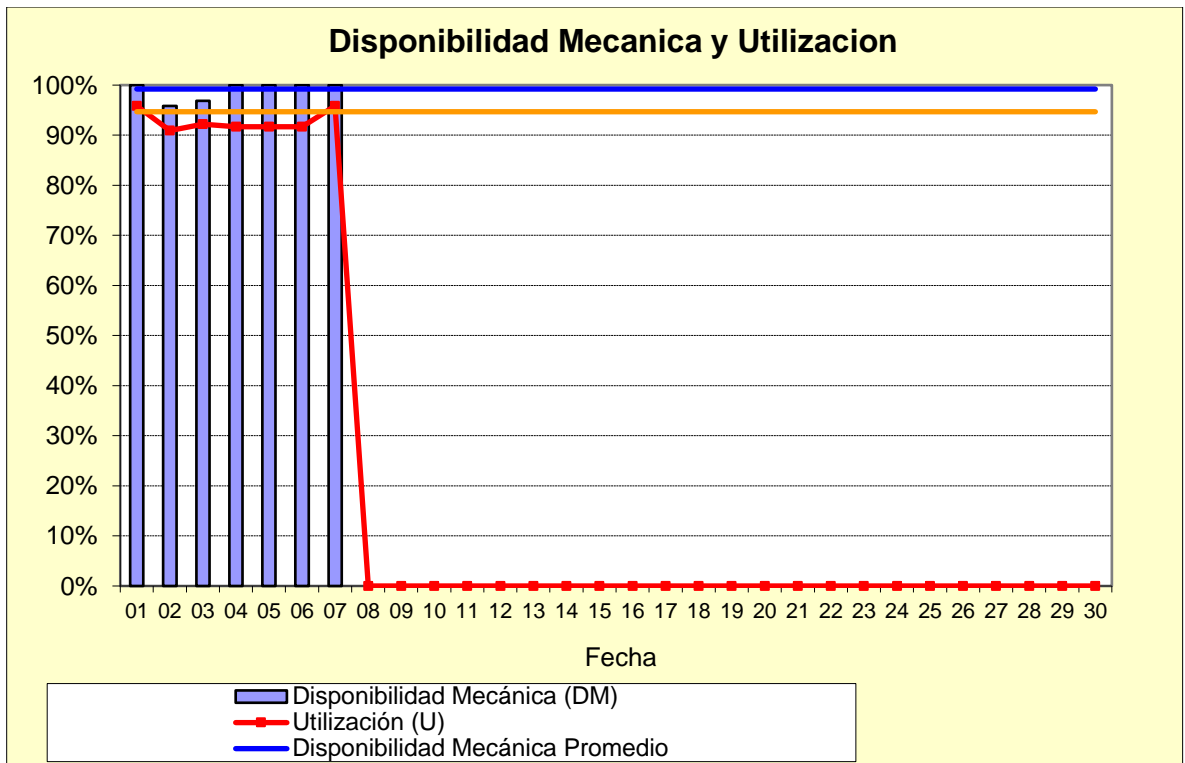


Figura 35. Disponibilidad Mecánica y Utilización

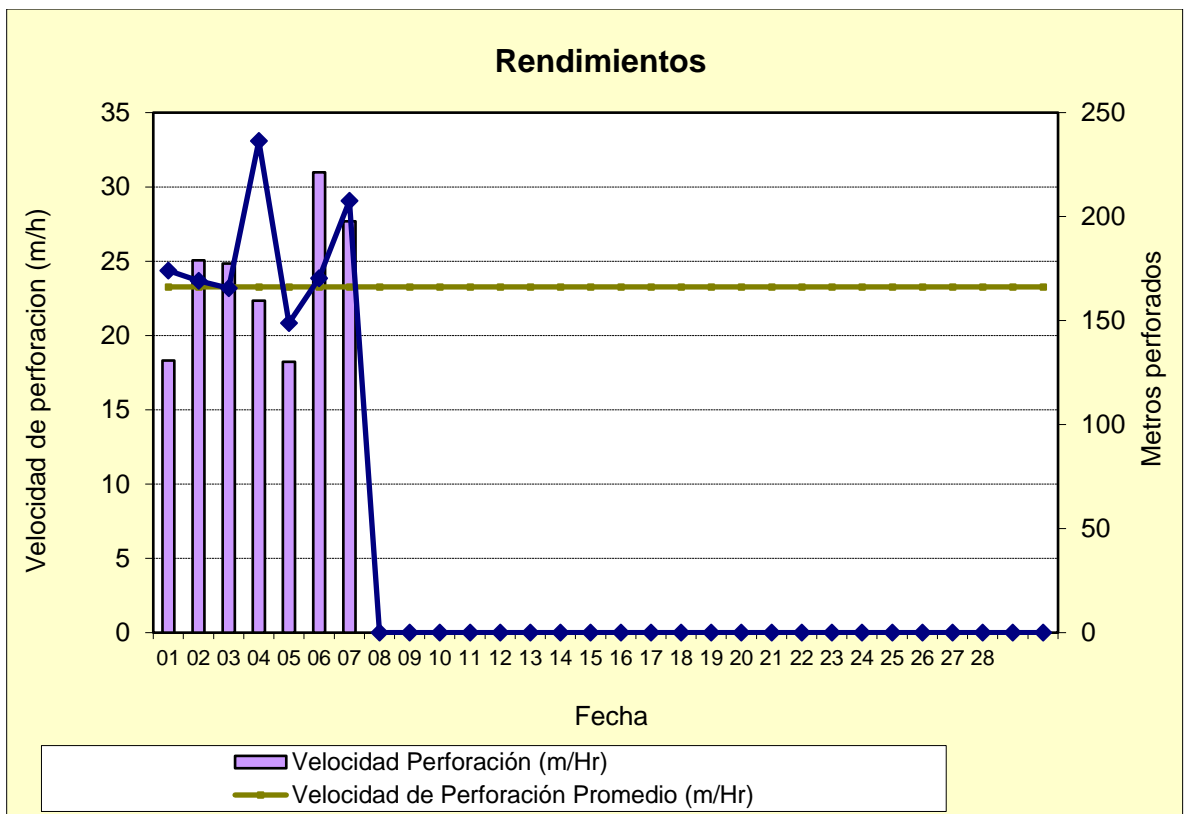


Figura 36. Rendimiento

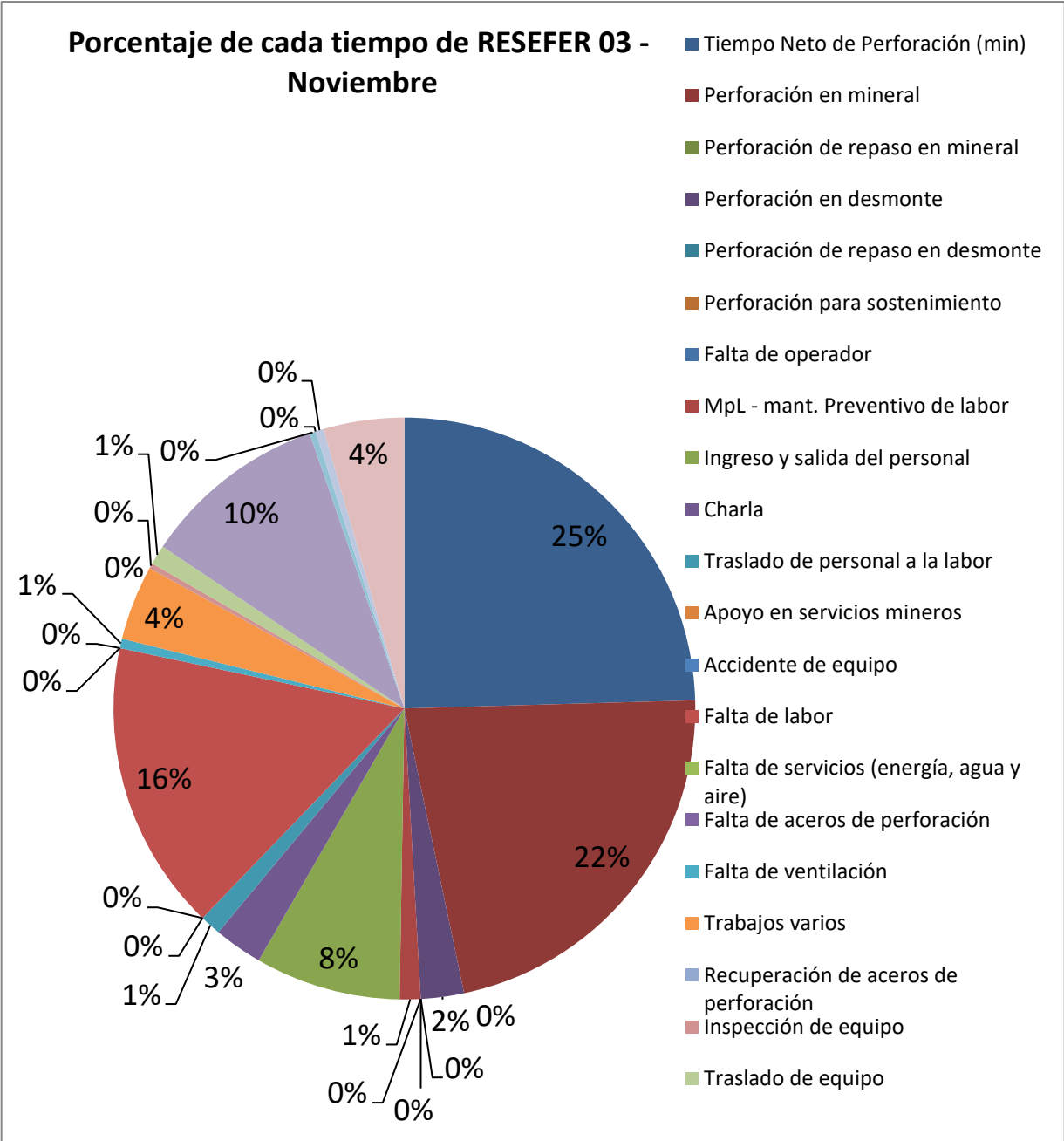


Figura 37. Porcentaje de cada tiempo RESEFER 03 - noviembre

Tabla 17. R3: Determinación de los indicadores de gestión de la perforadora Resefer N° 3.

Equipos:		RESEFER - 3																	
		Turno:		A		B		A		B		A		B		A		B	
		Fecha:		1-Nov		2-Nov		3-Nov		4-Nov		5-Nov		6-Nov		7-Nov			
		Labor:																	
Producción	Metrar	16	55	36	62	118	162	168	96	132	0	96	192	103	48				
	Taladrar x malla	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Código de Operación	Tiempo Neto de Perforación (min)	140	200	170	170	300	310	380	240	440	0	240	395	150	150				
	181 Perforación en mineral	140	200	170	170	300	310	380	240	440		240	395	150	150				
	182 Perforación de repara en mineral																		
	191 Perforación en diamante																		
	192 Perforación de repara en diamante																		
	128 Perforación para artemiento																		
DNO	281 Falta de operador																		
	282 Mpl - mant. Preventiva de labor																		
	283 Ingreso y salida del personal	80	30	90	150	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	284 Charla				15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	285 Traslado de personal a la labor	30	35	30	35	30	35	30	35	30	35	30	35	30	35	35	35	35	35
	212 Apaya en servicio minero																		
DO	216 Accidente de equipo																		
	283 Falta de labor																		
	218 Falta de servicio (energía, agua y aire)	190		220		160	200		230		530	180	100	210	250				
	219 Falta de acor de perforación																		
	214 Falta de ventilación																		
	215 Trabajar variar	20	255	15	220	20		70	40	80		100	40	110	60				
DOA	217 Recuperación de acor de perforación				60														
	286 Inspección de equipo	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	10	10	10	10	10	
	288 Traslado de equipo	40									40								
	211 Instalación de equipo	140	150	95		40		40	60						100	60			
DM	381 Mantenimiento preventivo inicial/final																		
	382 Mantenimiento programado		40		60		15												
	383 Mantenimiento correctivo																		
	287 Refrigeración	60		30		60	45	60		60		60	45	60					
Hr. Direct	Total Tiempor (Máx 720 min)	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	
	Combustible (Glr)																		
	Harametra Inicial	564.9	566.1	566.2	566.4	566.7	566.8	567.8	567.9	567.6	567.8	568.3	568.5	578.6	578.4	578.4	578.4	578.4	
	Harametra Final	566.1	566.2	566.4	566.7	566.8	567.8	567.9	567.6	567.8	568.3	568.5	578.6	578.4	578.4	578.4	578.4	578.4	
	Harametra Máquina (Hrz)	1.8	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	1.1	1.0	0.7	-0.2	0.2				
	Harametra Inicial	2,228.9	2,229.1	2,231.1	2,233.2	2,236.4	2,238.2	2,241.7	2,245.6	2,247.4	2,249.4	2,249.4	2,251.6	2,254.4	2,257.4	2,257.4	2,257.4		
	Harametra Final	2,229.9	2,231.1	2,233.2	2,236.4	2,238.2	2,241.7	2,245.6	2,247.4	2,249.4	2,249.4	2,251.6	2,254.4	2,257.4	2,257.4	2,257.4	2,257.4		
	Harametra Perforación (Hrz)	0.4	1.9	2.1	3.2	1.8	3.5	3.9	1.8	1.7	0.0	2.5	4.8	1.4	1.3				
	Turnar Programadar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Disponibilidad Mecánica (DM)	100%	94%	100%	92%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Utilización (U)	92%	94%	89%	91%	92%	91%	92%	100%	92%	100%	100%	92%	94%	100%	92%	92%	92%		
KPI	Turno	Velocidad Nota Perforación (m/Hr)	7	17	30	22	24	31	27	24	18	0	24	29	41	19			
		Lanzitud Taladra (m/ta)	1.6	5.5	8.6	6.2	11.8	16.2	16.8	9.6	13.2	0.0	9.6	19.2	10.3	4.8			
	Da	Taladrar Perforadar	20		20		20		20		20		20		20		20		
		Velocidad Perforación (m/Hr)	12		26		28		26		18		27		30				
Disponibilidad Mecánica (DM)	97%		96%		99%		100%		100%		100%		100%		100%				
Utilización (U)	93%		90%		92%		96%		96%		96%		93%		96%				

Fuente: Mina Uchuchacua. Elaboración propia

Tabla 18. Indicadores de gestión perforadoras Resefer N° 3.

	1-Nov	2-Nov	3-Nov	4-Nov	5-Nov	6-Nov	7-Nov	8-Nov	9-Nov	10-Nov	11-Nov	12-Nov	13-Nov	14-Nov
Metros Perforados (m)	71	149	280	264	132	288	151	0	0	0	0	0	0	0
Velocidad de Perforación (m/Hr)	12	26	28	26	18	27	30	0	0	0	0	0	0	0
Velocidad de Perforación Promedio (m/Hr)	24' ✓	24' ✓	24' ✓	24' ✓	24' ✓	24' ✓	24' ✓	24' ✓	24' ✓	24' ✓	24' ✓	24' ✓	24' ✓	24' ✓
Disponibilidad Mecánica (DM)	97%	96%	99%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Disponibilidad Mecánica Promedio	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
Utilización (U)	93% ✓	90% ✓	92% ✓	96% ✓	96% ✓	93% ✓	96% ✓	0% ✓	0% ✓	0% ✓	0% ✓	0% ✓	0% ✓	0% ✓
Utilización Promedio	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Tiempo Operativo por Día (Hrs)	16.3	19.6	20.8	20.8	21.8	21.8	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tiempo Inoperativo (Hrs)	6.7	3.1	1.4	2.2	1.2	0.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tiempo Operativo por Turno (Hrs)	7.7	8.7	8.8 ✓	10.8 ✓	10.0	10.8	10.0	10.8	10.7	11.2	10.7	11.1	10.2	9.8
Tiempo Inoperativo ✓	3.3	3.3 ✓	1.9 ✓	1.2 ✓	1.0 ✓	0.4 ✓	1.0	1.2 ✓	0.3	0.8 ✓	0.3 ✓	0.2 ✓	1.8 ✓	1.2

Fuente: Mina Uchucchacua. Elaboración propia

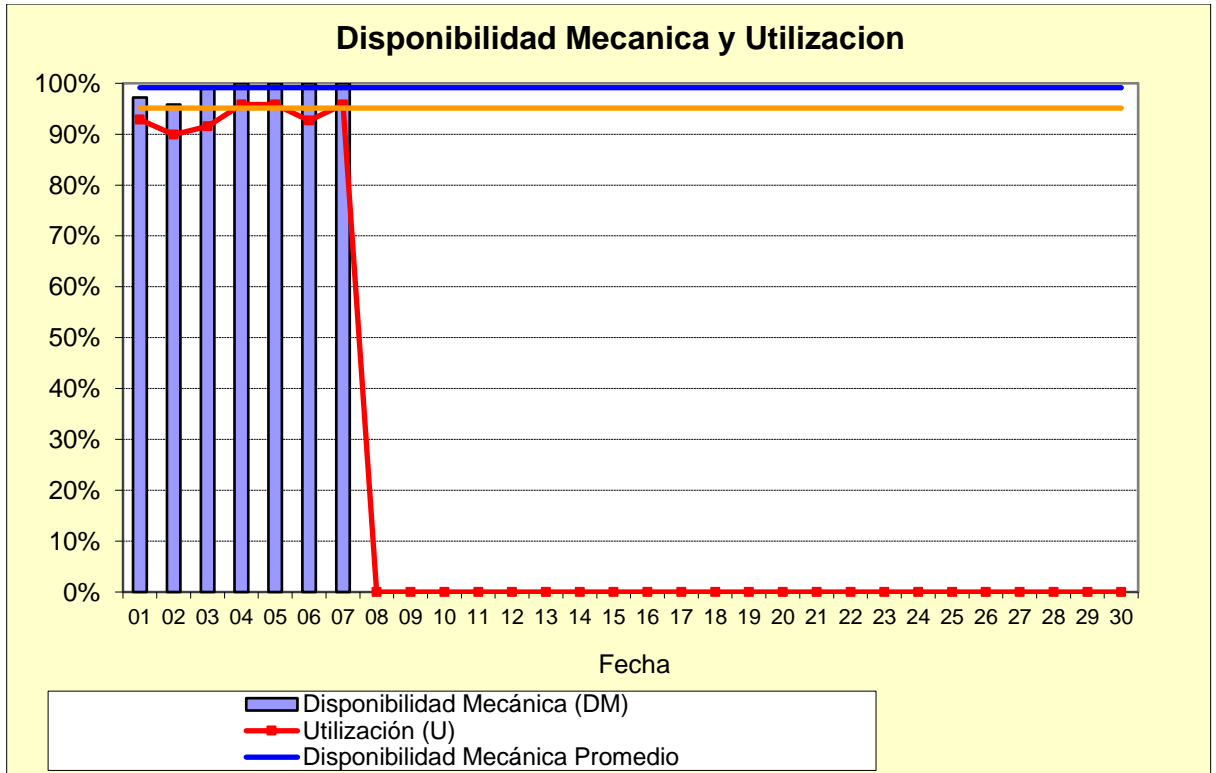


Figura 38. Perforadora rock drill 1.8

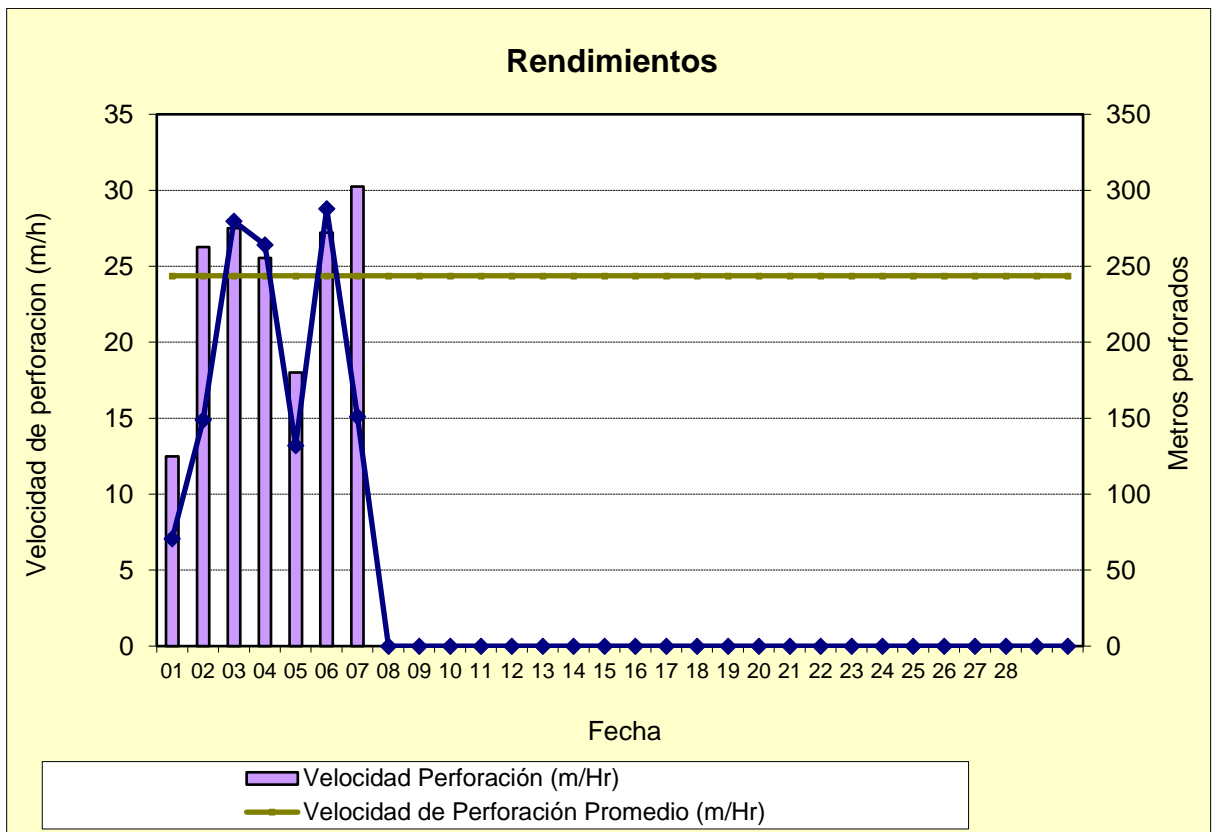


Figura 39. Rendimiento

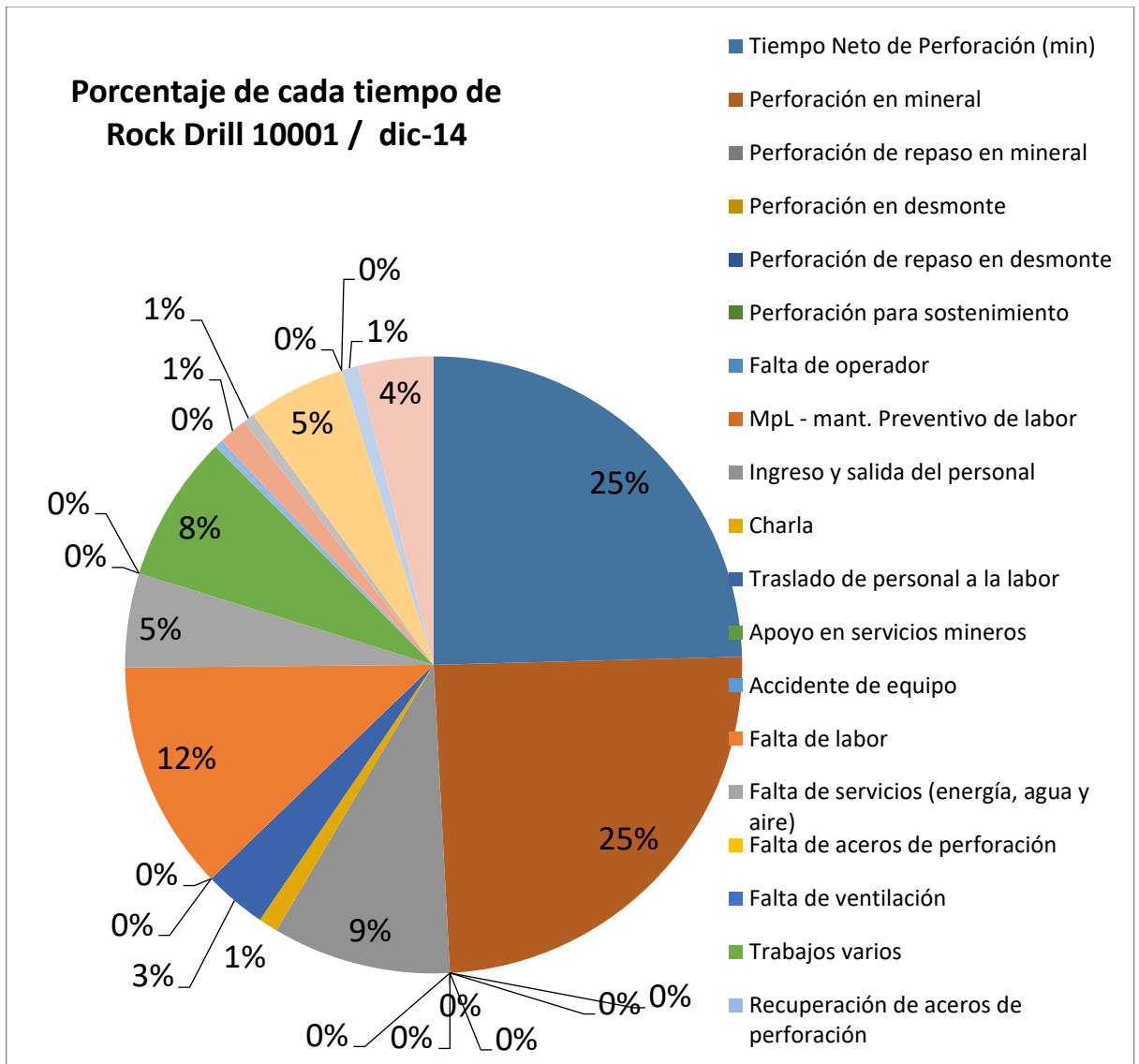


Figura 40. Porcentaje de cada tiempo de Rock Drill 10001 – diciembre-14

Tabla 19. R3: Determinación de los indicadores de gestión de la perforadora Resefer N° 4.

Equipos:		RESEFER - 4															
Producción	Metrar	Turno:		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
		Fecha:		1-Mar		2-Mar		3-Mar		4-Mar		5-Mar		6-Mar		7-Mar	
		Labor:															
	Taladrar x malla	31	63	117	53	31	0	0	41	94	79	94	99	53	43		
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
	Tempo Neto de Perforación (min)	380	300	370	360	130	0	0	70	250	440	315	460	150	270		
TP	101 Perforación en mineral	380	300	370	360	130			70	250	440	315	460	150	270		
	102 Perforación de reparo en mineral																
	111 Perforación en dormante																
	112 Perforación de reparo en dormante																
	120 Perforación para zarzamientos																
DNO	201 Falta de operador																
	202 Mpl - mant. Preventiva de labor					20	30	230	90	20	90	17	90	85	80		
	203 Ingreso y salida del personal	180	150	90	90	90	30	230	90	20	90	17	90	85	80		
	204 Charla	20	15	15	15	15	20	20	20	15	20	15	10	10	30		
	205 Traslado de personal a la labor	40	15	15	15	15	20	20	20	10	20	10	20	35	30		
	212 Apaga en servicio minero																
DO	216 Accidente de equipo																
	209 Falta de labor				80							53	40				
	210 Falta de servicio (energía, agua y aire)		170					240		10				250	210		
	213 Falta de acoraz de perforación																
	214 Falta de ventilación																
DOA	215 Trabajar variar	30	10	150	30	160	310	390	330	120	10	140	70	60	70		
	217 Recuperación de acoraz de perforación				120						70	20					
	206 Inspección de equipo	10	10	20	10	15	10			20	10	25	10	10	10		
	208 Traslado de equipo		35			90	40			90							
	211 Instalación de equipo		15			90			180	50	60			60	20		
DM	301 Mantenimiento preventivo inicial/final																
	302 Mantenimiento programado					35											
	303 Mantenimiento correctivo					60											
	207 Refrigeración	60		60		60		60		60		60		60			
Hr. Diesel	Total Tiempor (M4x720 min)	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720		
	Combustible (Glr)																
	Horometro Inicial	232.8	232.1	232.8	233.3	233.7	235.3	236.4	236.4	237.4	288.2	288.6	282.1	282.5	284.9		
	Horometro Final	232.1	232.8	233.3	233.7	235.3	236.4	236.4	237.4	288.2	288.5	282.1	282.5	284.9			
	Horar Máquina (Hrz)	0.1	0.7	0.5	0.4	1.6	1.1	0.0	1.0	2.8	0.4	1.5	0.4	1.6	0.7		
	Horometro Inicial	353.2	353.1	353.1	353.5	357.8	353.4	353.4	353.4	374.1	374.1	374.1	381.7	381.7	387.4		
	Horometro Final	353.1	353.1	353.5	357.8	353.4	353.4	353.4	374.1	374.7	378.1	381.7	381.7	385.8	389.2		
	Horar Perforación (Hrz)	3.4	2.5	4.4	3.5	2.4	0.0	0.0	1.7	3.6	3.4	3.6	4.1	1.6	1.8		
	Turnar Programador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	Hr. Electrica	Disponibilidad Mecánica (DM)	100%	100%	100%	100%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Utilización (U)		92%	100%	92%	100%	86%	100%	92%	100%	92%	100%	92%	100%	92%	100%		
Velocidad Nota Perforación (m/Hr)		13	14	19	10	37	0	0	35	22	11	18	13	23	10		
Longitud Taladra (m/tal)		3.1	6.3	11.7	5.3	3.1	0.0	0.0	4.1	9.4	7.9	9.4	9.9	5.3	4.3		
KPI's		Turno	Taladrar Perforador	20		20		20		20		20		20		20	
			Velocidad Perforación (m/Hr)	13		14		37		35		15		15		14	
		Dia	Disponibilidad Mecánica (DM)	100%		100%		98%		100%		100%		100%		100%	
			Utilización (U)	96%		96%		92%		96%		96%		96%		96%	

Fuente: Mina Uchucchacua. Elaboración propia

Tabla 20. Indicadores de gestión perforadoras Resefer N° 4.

	1-Mes	2-Mes	3-Mes	4-Mes	5-Mes	6-Mes	7-Mes	8-Mes	9-Mes	10-Mes	11-Mes	12-Mes	13-Mes	14-Mes
Metro Perforador (m)	149	175	81	41	173	193	101	0	0	0	0	0	0	0
Velocidad de Perforación (m/Hr)	13	14	37	35	15	15	14	0	0	0	0	0	0	0
Velocidad de Perforación Promedio (m/Hr)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Disponibilidad Mecánica (DM)	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Disponibilidad Mecánica Promedio	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Utilización (U)	96%	96%	93%	96%	96%	96%	96%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Utilización Promedio	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%
Tiempo Operativa por Día (Hr)	21.8	22.5	18.3	20.0	19.2	22.4	21.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tiempo Inoperativa (Hr)	1.2	0.5	4.7	3.0	3.8	0.6	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tiempo Operativa por Turno (Hr)	10.8	11.0	10.7	11.8	7.2	11.2	11.0	9.0	8.3	10.8	10.6	11.8	9.8	11.5
Tiempo Inoperativa	0.2	1.0	0.3	0.2	3.8	0.8	0.0	3.0	2.7	1.2	0.4	0.2	1.2	0.5

Fuente: Mina Uchucchacua. Elaboración propia

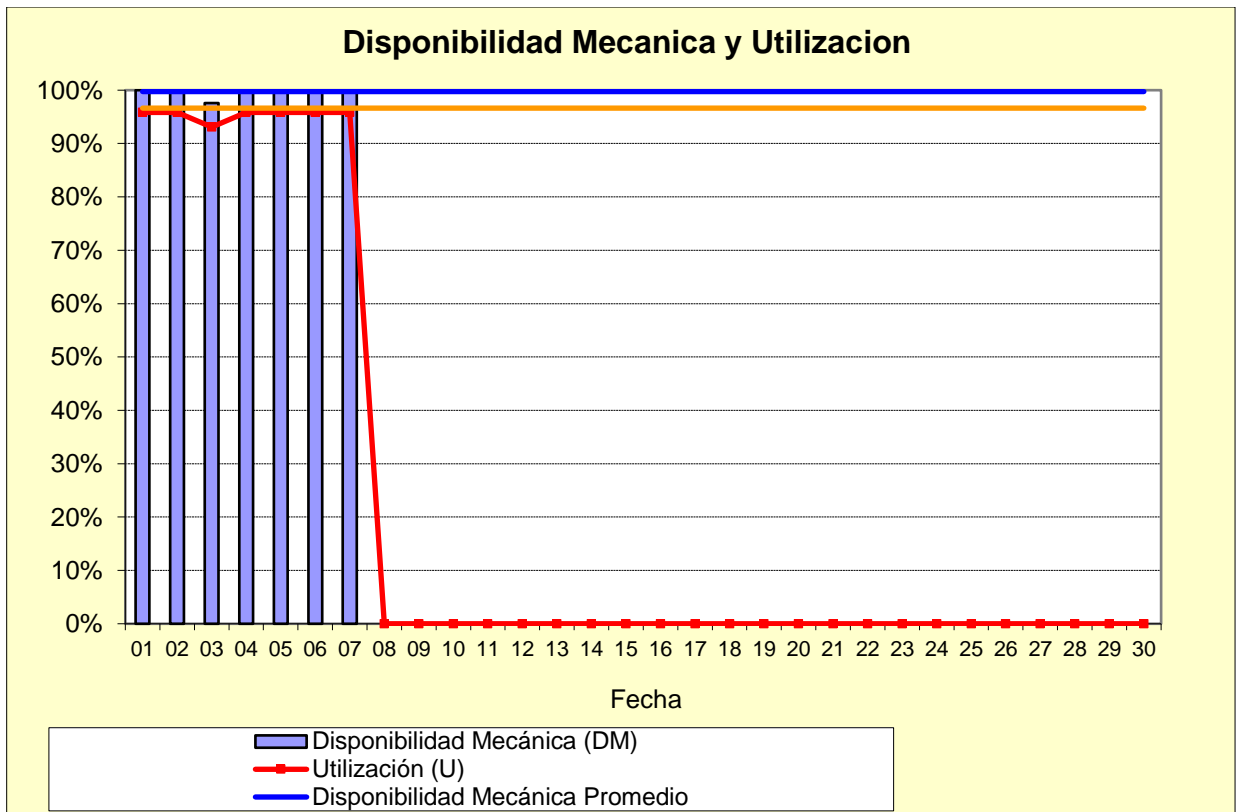


Figura 41. Kpi: para perforadora Rock-drill- L.8

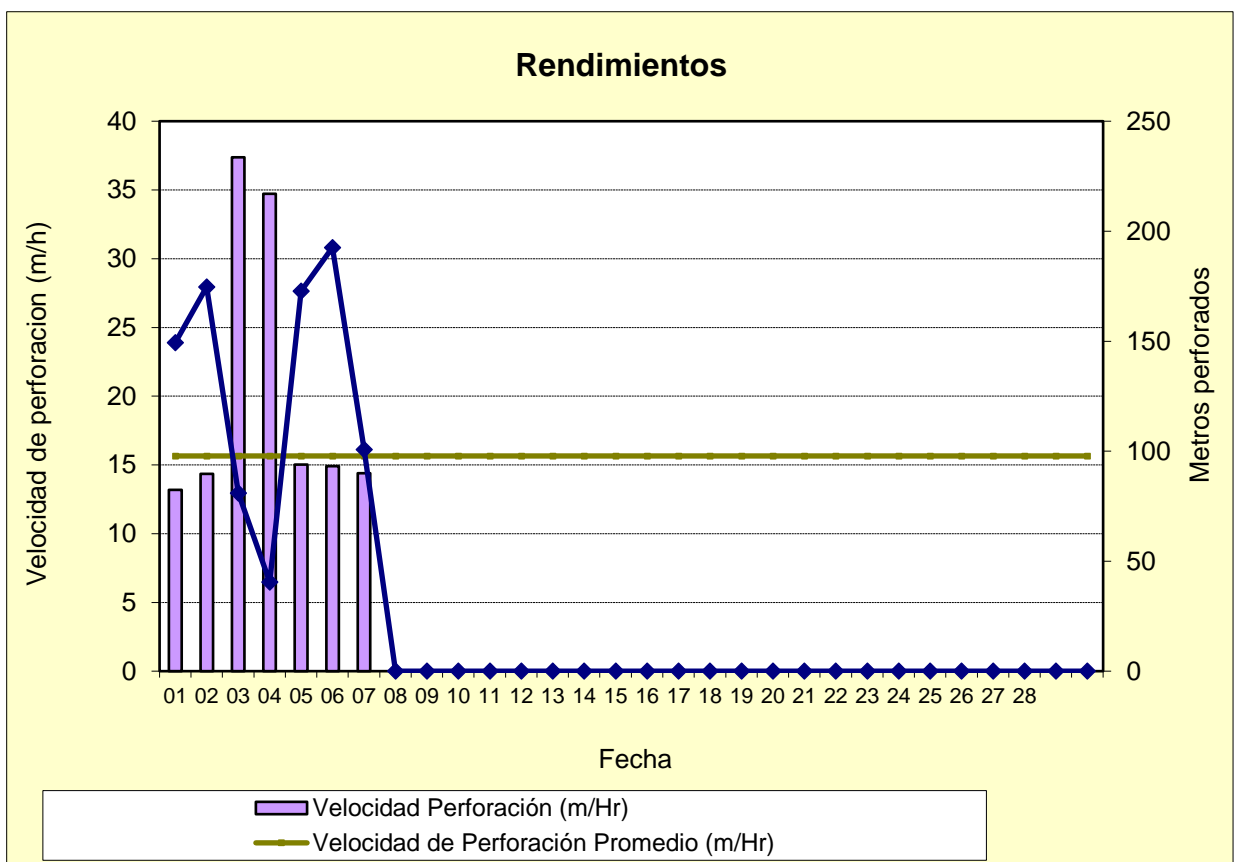


Figura 42. Rendimiento

Tabla 21. R3: Tiempos de perforación promedio de cada equipo resefer.

Del	1-Nov	al	Días acumulados	30-Nov	Mes	Noviembre		
Ubicación			SECCIÓN I	SECCIÓN IV	SECCIÓN II	SECCIÓN II	SECCIÓN III	Total
Perforadora			RESEFER 01	RESEFER 02	RESEFER 03	RESEFER 04	RESEFER 05	
Metros			1,428	468	1,272	1,334	912	3,168
Taladros			140	100	140	140	140	380
Tiempo Meta de Perforación			4,585	1,630	3,280	3,285	3,495	16,275
101	Perforación en mineral		4,110	630	2,960	3,285	3,495	14,480
102	Perforación de repaso en mineral		475	850	0	0	0	1,325
111	Perforación de desmonte		0	90	320	0	0	410
112	Perforación de repaso en desmonte		0	60	0	0	0	60
120	Perforación en sostenimiento		0	0	0	0	0	0
201	Falta de operador		0	0	0	0	0	0
201	MpL - Mant. Preventivo de labor		0	0	155	0	57	212
203	Ingreso y salida del personal		1,220	640	1,080	1,250	1,515	5,705
204	Charla		330	200	360	135	240	1,265
205	Traslado de personal a la labor		220	140	155	440	285	1,240
212	Apoyo en servicios mineros		30	0	0	0	0	30
216	Accidente de equipo		0	0	0	0	0	0
209	Falta de labor		170	750	2,155	1,610	173	4,858
210	Falta de servicios (Energía, agua y aire)		0	0	0	660	880	1,540
213	Falta de aceros de perforación		240	0	0	0	0	240
214	Falta de ventilación		105	0	70	0	0	175
215	Trabajos varios		720	580	555	1,030	1,880	4,765
217	Recuperación de aceros de perforación		180	0	0	60	210	450
206	Inspección de equipo		235	0	40	200	160	635
208	Traslado de equipo		0	230	145	80	255	710
211	Instalación de equipo		550	420	1,380	685	475	3,510
301	Mantenimiento preventivo inicial/final		75	0	45	0	0	120
302	Mantenimiento programado		0	0	0	0	0	0
303	Mantenimiento correctivo		685	930	60	115	35	1,825
207	Refrigerio		735	240	600	530	420	2,525
Total tiempos (minutos)			14,665	7,390	13,360	13,365	13,575	62,355
Total tiempos (horas)			244	123	223	223	226	1,039
Horas/Turno			12	12	12	12	12	
Turnos Disponibles			1	1	1	1	1	5
Disponibilidad Mecánica (DM)			95%	87%	93%	93%	100%	97%
Utilización (U)			89%	83%	94%	95%	96%	92%
Combustible (Gls)			0	0	0	0	0	0
Horas Máquina (Hr)			1	4	3	6	13	15
Consumo combustible (Gls/Hr)			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

4.2.3. Determinación de los Diagramas De Pareto para Cada Equipo Resefer.

Parámetros de perforación de los equipos de perforación tomando en cuenta la ubicación y la perforadora que nos servirán para determinar la performance de perforación de cada RESEFER.

4.2.4. Equipos Resefer en la Unidad Minera Uchucchacua

Bajo el concepto de Key Performance Indicators, (Kpi). Traducido como “Indicadores Clave de Desempeño”. Los indicadores para las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua, con las que generamos las estrategias de mejora estos componentes o actividades específicas de importancia para lograr nuestros objetivos estratégicos del estudio.

1. Perforación en Mineral
2. Ingreso y Salida del operador
3. Refrigerio
4. Traslado de Equipos
5. Charla Inductiva (Pets)
6. Instalación del Equipo de perforación
7. Inspección de los Equipos y zona de perforación
8. Otros.

4.2.5. Determinación de los metros perforados por sección y equipos Resefer

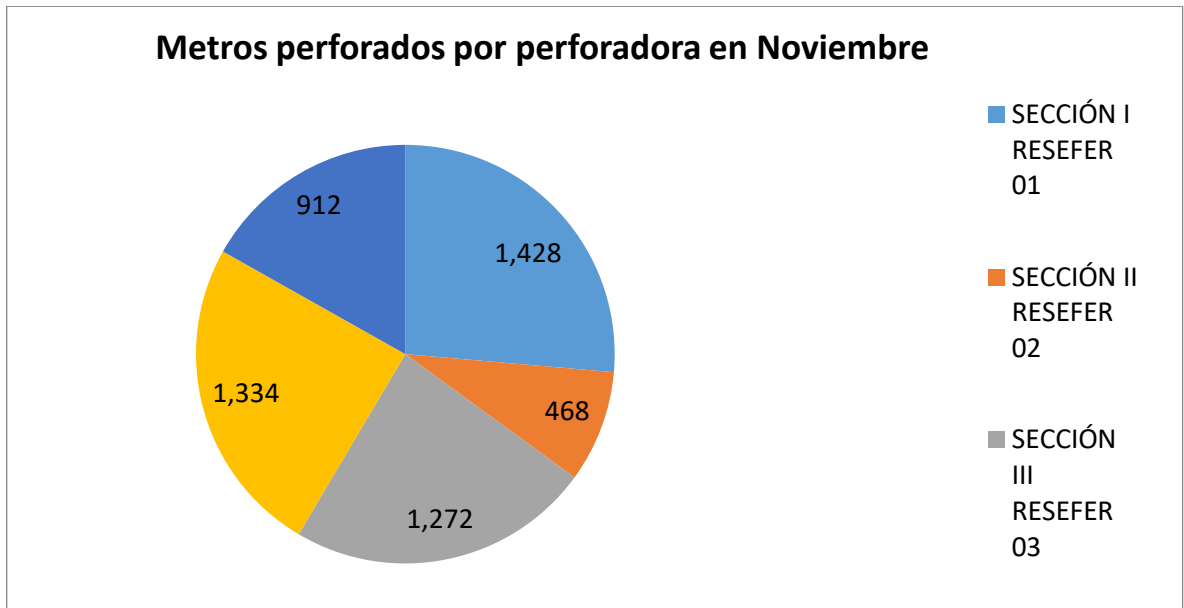


Figura 44. Metros perforados por perforadora en noviembre

Fuente: Elaboración propia. Unidad Minera Uchucchacua.

4.2.6. Determinación de la DM-U- de los equipos Resefer

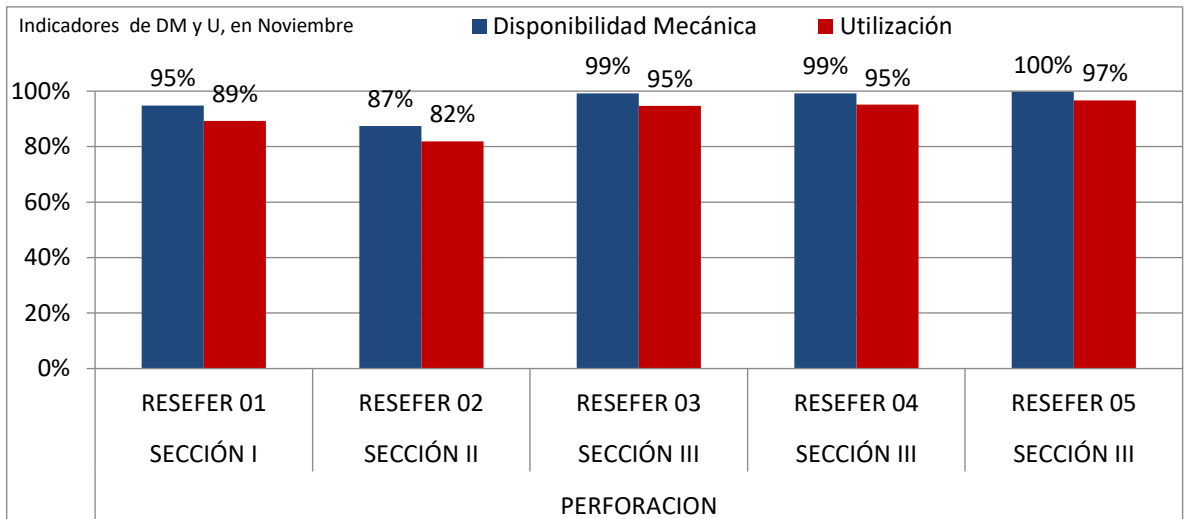


Figura 45. Indicadores de DM y U en noviembre.

Fuente: Elaboración propia. Unidad Minera Uchucchacua

4.2.7. Evaluación de Indicadores de Actividades Específicas de Perforación

PARETO R-1

PARETO PARA RESEFER N° 1

Tabla 22. Pareto de actividades Resefer N° 1.

PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 01 SEMANA DEL: 24-09-21 AL 13-10-21			
ACTIVIDAD ESPECÍFICA	HORAS ACTIVIDAD	PORCENTAJE	ACUMULADO
Perforación en mineral	4.67	45%	45%
Ingreso – Salida	2.08	20%	64.8%
Refrigerio	1.67	16%	80.8%
Traslado de equipo	0.75	7%	88.0%
Charla	0.75	7%	95.2%
Instalación de equipo	0.33	3%	98.4%
Inspección de equipo	0.17	2%	100.0%
Total general	10.42		

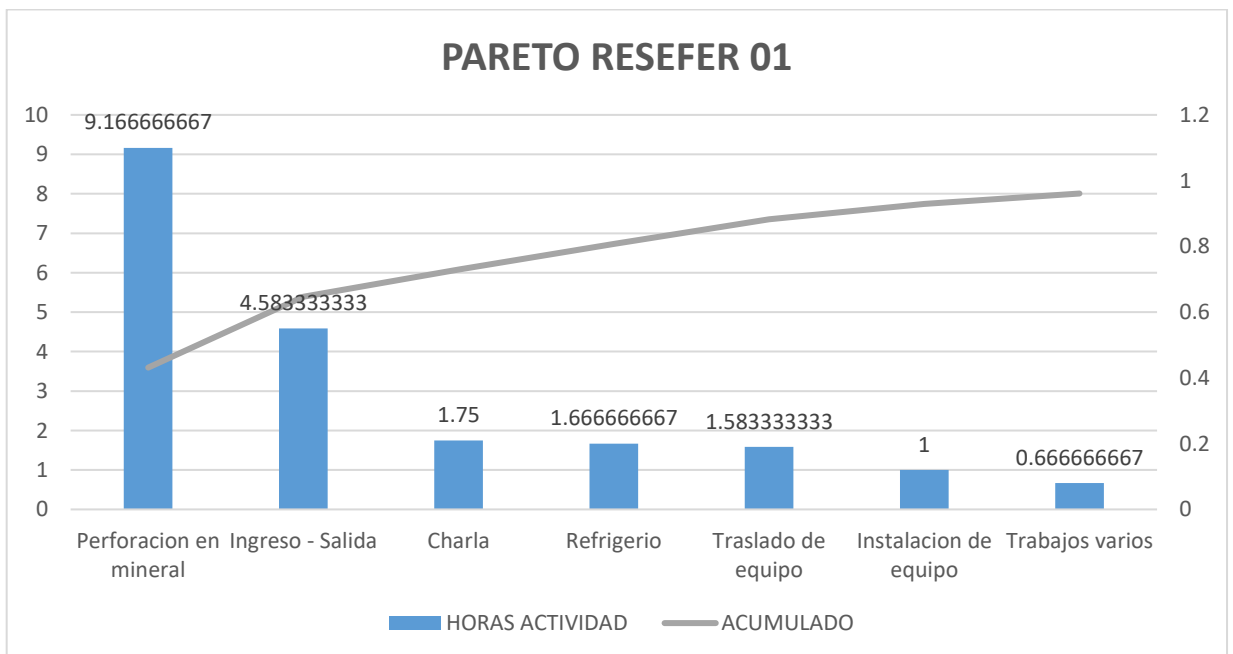


Figura 46. Pareto Resefer 01

PARETO R-2

PARETO PARA RESEFER N° 2

Tabla 23. Pareto de actividades Resefer N° 2.

PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 02 SEMANA DEL: 24-10-20 AL 13-11-20			
ACTIVIDAD ESPECÍFICA	HORAS ACTIVIDAD	PORCENTAJE	ACUMULADO
Falta de operador	8.75	83.3%	83.3%
Ingreso - Salida	1.50	14.3%	97.6%
Charla	0.25	2.4%	100.0%
Total general	10.50		

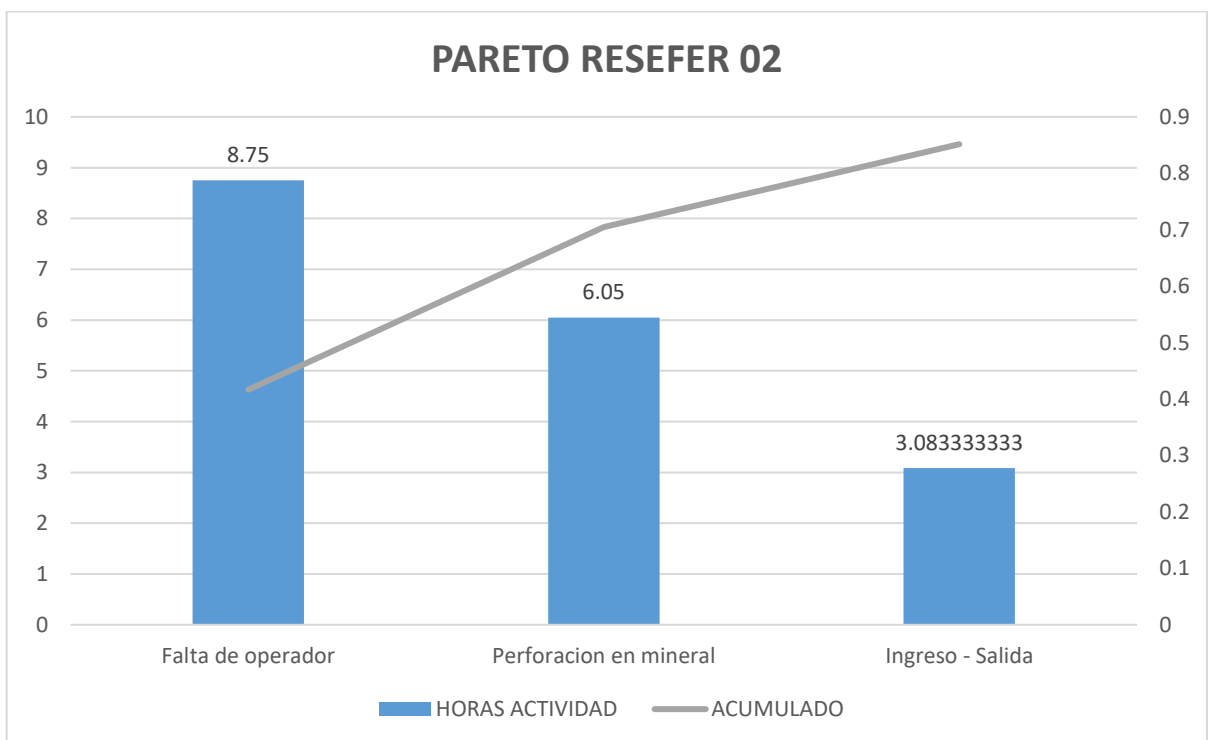


Figura 47. Pareto Resefer 02

PARETO R-3

PARETO PARA RESEFER N° 3

Tabla 24. Pareto de actividades Resefer N° 3.

PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 03 SEMANA DEL: 24-10-20 AL 13-11-20			
ACTIVIDAD ESPECÍFICA	HORAS ACTIVIDAD	PORCENTAJE	ACUMULADO
Trabajos varios	4.25	37.8%	37.8%
Perforación en mineral	2.00	17.8%	55.6%
Ingreso – Salida	1.75	15.6%	71.1%
Mantenimiento correctivo	1.50	13.3%	84.4%
Refrigerio	1.00	8.9%	93.3%
Charla	0.75	6.7%	100.0%
Total, general	11.25		

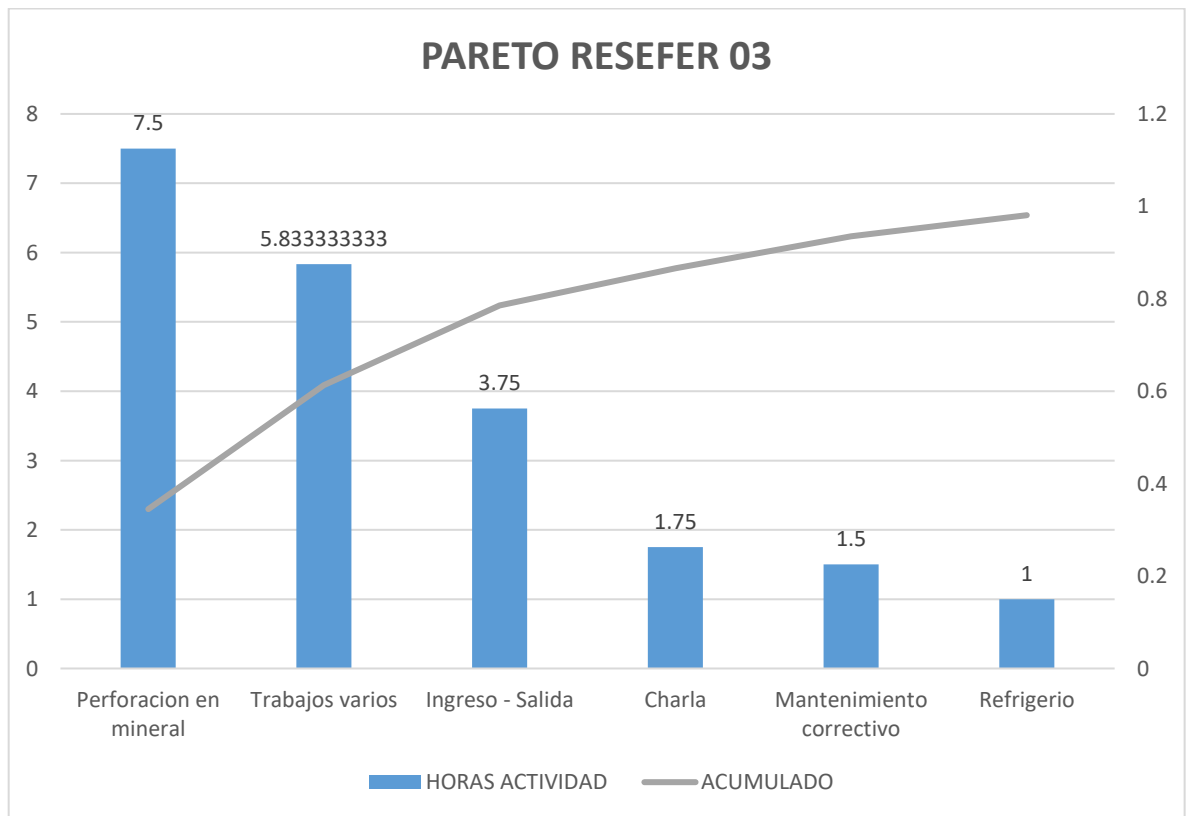


Figura 48. Pareto Resefer 03

PARETO R-4

PARETO PARA PERFORADORA RESEFER N° 4

Tabla 25. Pareto de actividades Resefer N° 4.

PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 04 SEMANA DEL: 24-10-20 AL 13-11-20			
ACTIVIDAD ESPECÍFICA	HORAS ACTIVIDAD	PORCENTAJE	ACUMULADO
Perforación en mineral	5.25	56.8%	56.8%
Refrigerio	1.50	16.2%	73.0%
Ingreso - Salida	1.42	15.3%	88.3%
Trabajos varios	0.83	9.0%	97.3%
Inspección de equipo	0.25	2.7%	100.0%
Total general	9.25		

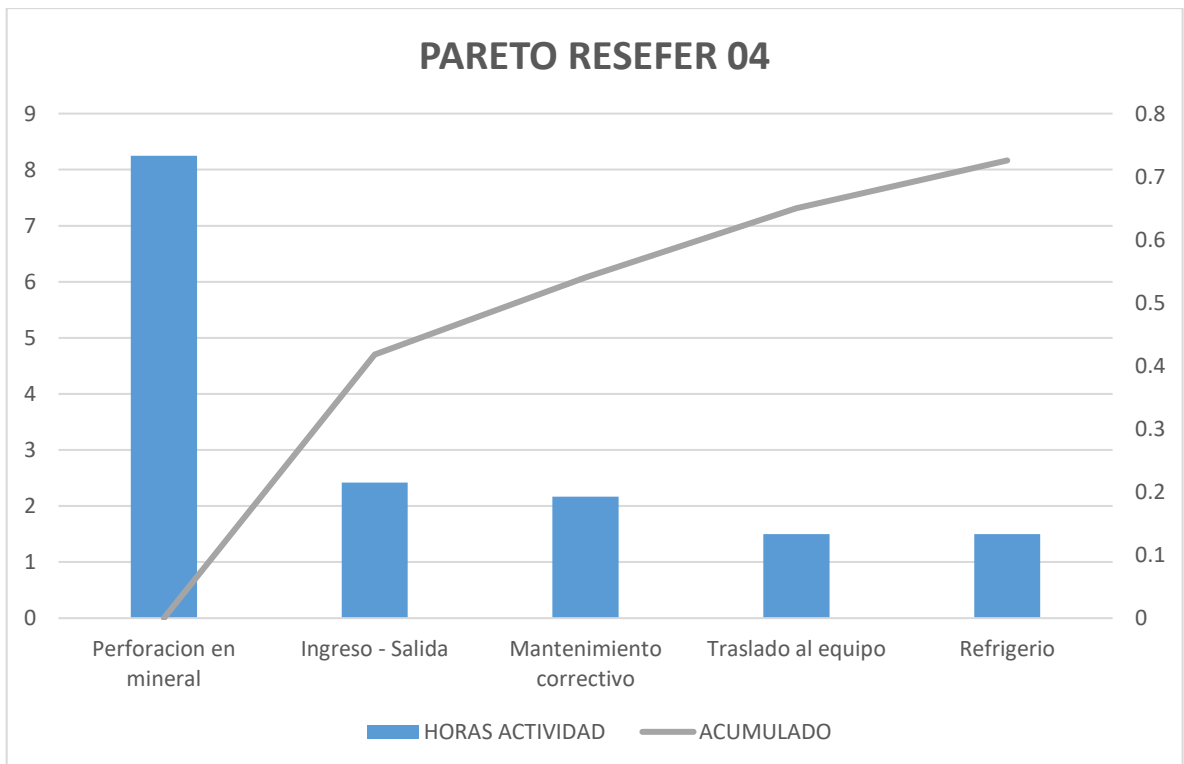


Figura 49. Pareto Resefer 04

4.2.8. Determinación de la Incidencia de Mejora de los Equipos Resefer en Evaluación por Guardia de Día

INCIDENCIAS R-1

Tabla 26. Horas actividad Resefer N° 1.

EQUIPO	RESEFER 1
FECHA	21/08/2018
TURNO	DIA
Etiquetas de fila	Suma de TOTAL HORAS ACTIVIDAD
HORAS DE PRODUCCION	4.67
HORAS DISPONIBLES	5.75
Total general	10.42

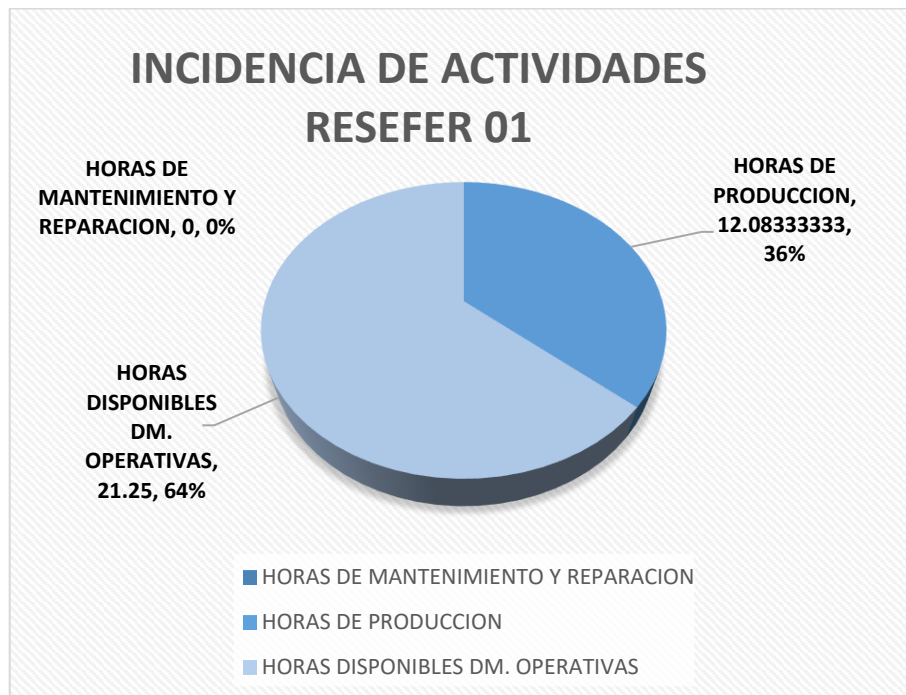


Figura 50. Incidencia de actividades Resefer 01

Tabla 27. Incidencia de actividades Resefer N° 1.

INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 01		
ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	INCIDENCIA
HORAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	0.00	0%
HORAS DE PRODUCCION	5.75	36%
HORAS DISPONIBLES DM. OPERATIVAS	10.42	64%
TOTAL	16.17	100%

INCIDENCIAS R-2

Tabla 28. Horas actividad Resefer N° 2.

EQUIPO	RESEFER 2
FECHA	21/08/2018
TURNO	DIA
Etiquetas de fila	Suma de TOTAL HORAS ACTIVIDAD
HORAS DISPONIBLES	10.50
Total general	10.50



Figura 51. Incidencia de actividades Resefer 02

Tabla 29. Incidencia de actividades Resefer N° 2.

INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 02		
ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	INCIDENCIA
HORAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	0.00	0%
HORAS DE PRODUCCION	0.00	0%
HORAS DISPONIBLES DM. OPERATIVAS	10.50	100%
TOTAL	10.50	100%

INCIDENCIAS RESEFER R-3

Tabla 30. Horas actividad Resefer N° 3.

EQUIPO	RESEFER 3
FECHA	21/08/2018
TURNO	DIA
Etiquetas de fila	Suma de TOTAL HORAS ACTIVIDAD
HORAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	1.50
HORAS DE PRODUCCION	2.00
HORAS DISPONIBLES	7.75
Total general	11.25

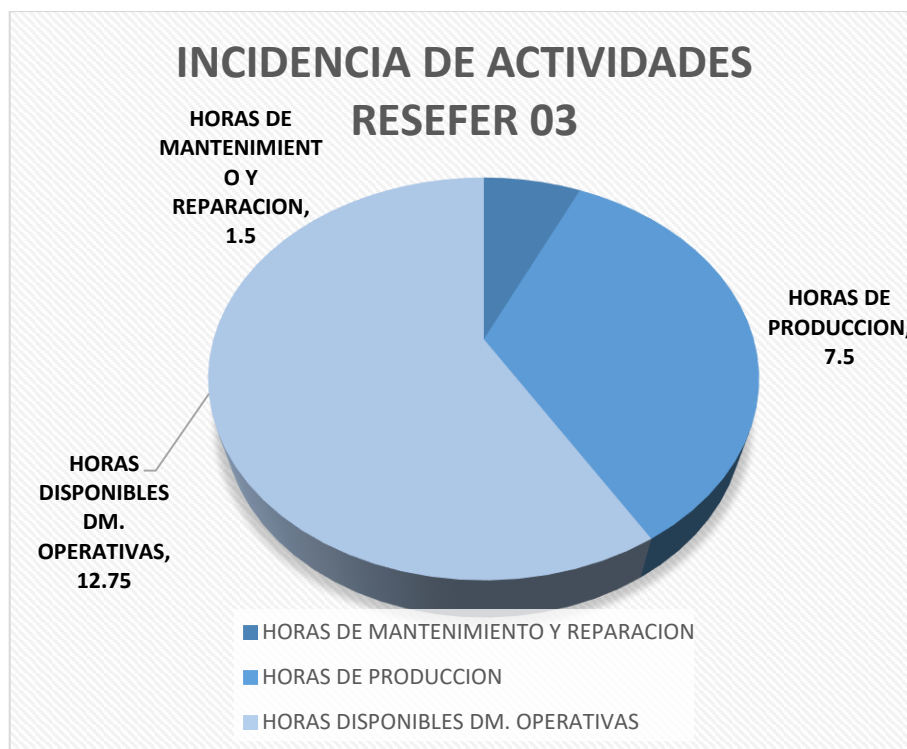


Figura 52. Incidencia de actividades Resefer 03

Tabla 31. Incidencia de actividades Resefer N° 3.

INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 03		
ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	INCIDENCIA
HORAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	1.50	13%
HORAS DE PRODUCCION	2.00	18%
HORAS DISPONIBLES DM. OPERATIVAS	7.75	69%
TOTAL	11.25	100%

INCIDENCIAS RESEFER R-4

Tabla 32. Horas actividad Resefer N° 4.

EQUIPO	RESEFER 4
FECHA	21/08/2018
TURNOS	DIA
Etiquetas de fila	Suma de TOTAL HORAS ACTIVIDAD
HORAS DE PRODUCCION	5.25
HORAS DISPONIBLES	4.00
Total general	9.25

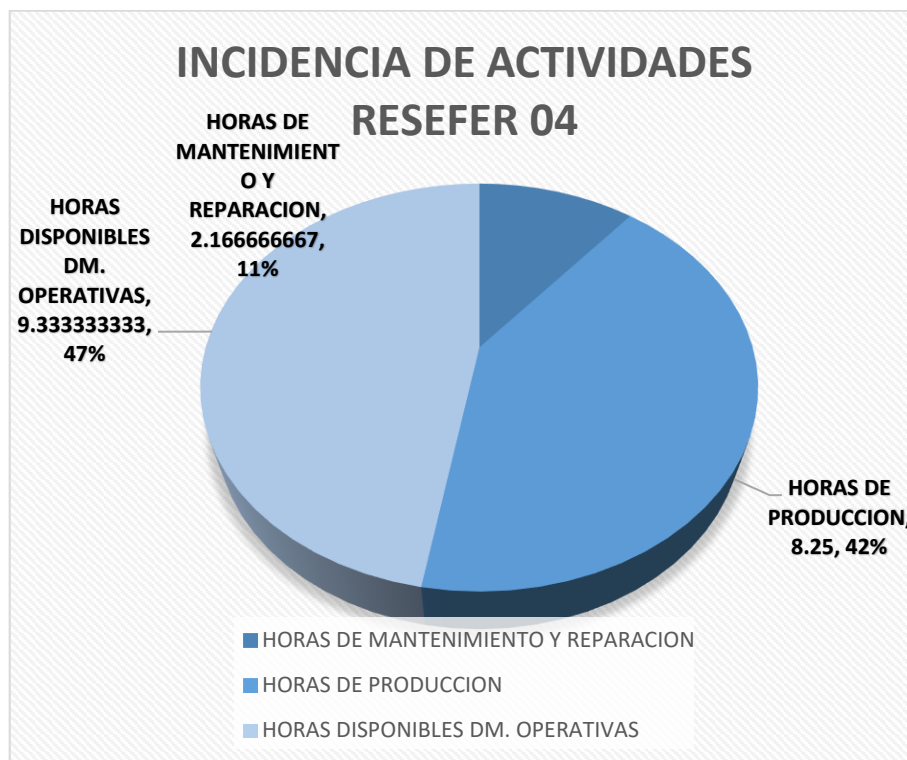


Figura 53. Incidencia de actividades Resefer 04

Tabla 33. *Incidencia de actividades Resefer N° 4.*

INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 04		
ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	INCIDENCIA
HORAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	0.00	0%
HORAS DE PRODUCCION	5.25	57%
HORAS DISPONIBLES DM. OPERATIVAS	4.00	43%
TOTAL	9.25	100%

4.2.9. Determinación de las Incidencias de Mejora de los Equipos Resefer en Evaluación por Guadia de Noche

INCIDENCIAS R-1

Tabla 34. *Horas actividad Resefer N° 1.*

EQUIPO	RESEFER 1
FECHA	21/08/2018
TURNOS	NOCHE
Etiquetas de fila	Suma de TOTAL HORAS ACTIVIDAD
HORAS DE PRODUCCION	4.50
HORAS DISPONIBLES	6.33
Total general	10.83

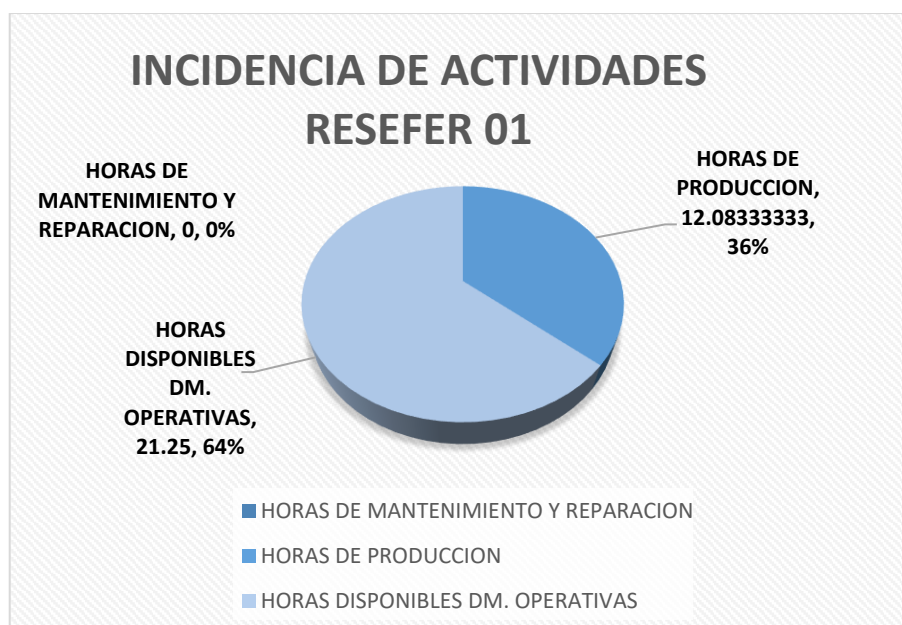


Figura 54. Incidencia de actividades Resefer 01

Tabla 35. Incidencia de actividades Resefer N° 1.

INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 01		
ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	INCIDENCIA
HORAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	0.00	0%
HORAS DE PRODUCCION	6.33	37%
HORAS DISPONIBLES DM. OPERATIVAS	10.83	63%
TOTAL	17.17	100%

RESEFER R-2

Tabla 36. Horas actividad Resefer N° 2.

EQUIPO	RESEFER 2
FECHA	21/08/2018
TURNOS	NOCHE
Etiquetas de fila	Suma de TOTAL HORAS ACTIVIDAD
HORAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	0.17
HORAS DE PRODUCCION	6.05
HORAS DISPONIBLES	4.28
Total general	10.50



Figura 55. Incidencia de actividades Resefer 02

Tabla 37. Incidencia de actividades Resefer N° 2.

INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 02		
ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	INCIDENCIA
HORAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	0.17	2%
HORAS DE PRODUCCION	6.05	58%
HORAS DISPONIBLES DM. OPERATIVAS	4.28	41%
TOTAL	10.50	100%

RESEFER R-3

Tabla 38. Horas actividad Resefer N° 3.

EQUIPO	RESEFER 3
FECHA	21/08/2018
TURNO	NOCHE
Etiquetas de fila	Suma de TOTAL HORAS ACTIVIDAD
HORAS DE PRODUCCION	5.50
HORAS DISPONIBLES	5.00
Total general	10.50



Figura 56. Incidencia de actividades Resefer 03

Tabla 39. Incidencia de actividades Resefer N° 3.

INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 03		
ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	INCIDENCIA
HORAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	0.00	0%
HORAS DE PRODUCCION	5.50	52%
HORAS DISPONIBLES DM. OPERATIVAS	5.00	48%
TOTAL	10.50	100%

RESEFER R-4

Tabla 40. Horas actividad Resefer N° 4.

EQUIPO	RESEFER 4
FECHA	21/08/2018
TURNO	NOCHE
Etiquetas de fila	Suma de TOTAL HORAS ACTIVIDAD
HORAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	2.17
HORAS DE PRODUCCION	3.00
HORAS DISPONIBLES	5.33
Total general	10.50

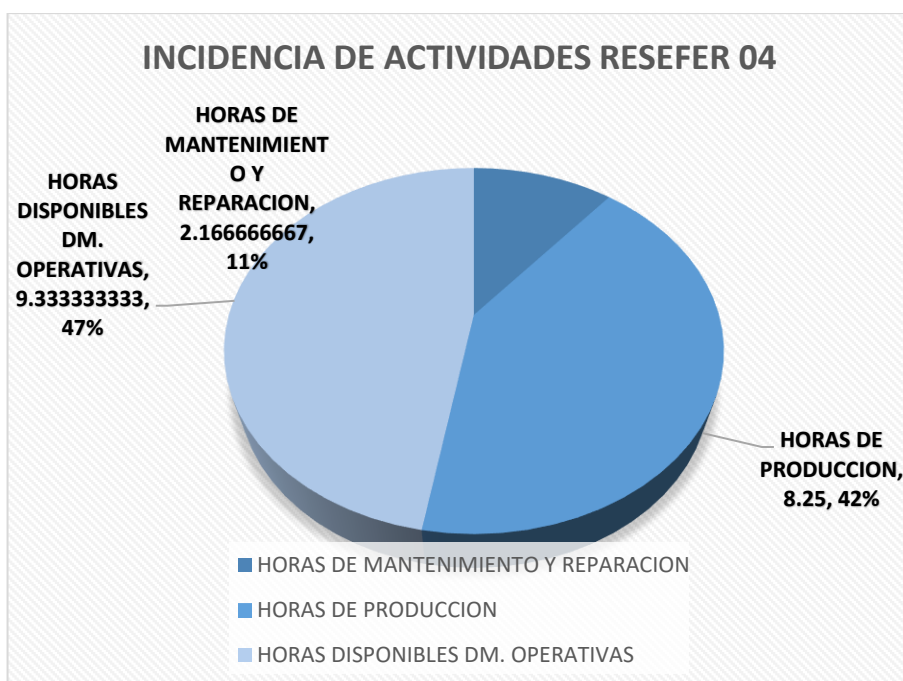


Figura 57. Incidencia de actividades Resefer 04.

Tabla 41. Incidencia de actividades Resefer N° 4.

INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 04		
ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	INCIDENCIA
HORAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	2.17	21%
HORAS DE PRODUCCION	3.00	29%
HORAS DISPONIBLES DM. OPERATIVAS	5.33	51%
TOTAL	10.50	100%

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Hipótesis General

Sean:

H₀: La adecuada implementación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación *no mejoraría* la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.

H₁: La adecuada implementación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación *mejoraría* la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.

Ver Tabla 42 donde se muestra los datos para la prueba de hipótesis general.

Tabla 42. *Costo del acero de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.*

id	Grupo de análisis	Acero de perforación (acero_perf)	costo/mes (US\$)
1	1	1	4,425
2	1	1	4,425
3	1	1	4,425
4	1	1	4,425
5	1	2	4,401
6	1	2	4,401
7	1	2	4,401
8	1	2	4,401
9	1	3	1,604
10	1	3	1,604
11	1	3	1,604
12	1	3	1,604
13	2	1	3,635
14	2	1	3,635
15	2	1	3,635
16	2	1	3,635
17	2	2	3,601
18	2	2	4,001
19	2	2	3,201
20	2	2	4,001
21	2	3	1,375
22	2	3	1,375
23	2	3	1,146
24	2	3	1,375

Donde:

La variable cualitativa acero_perf = acero de perforación, lo cual significa:

1 = elemento broca

2= elemento barra

3= elemento shank

La variable grupo significa lo siguiente:

1= sin proyecto

2= con proyecto.

Tabla 43. *Descriptivos de las variables.*

Grupo		Acero_perf	N	Mean	Median
Costo/mes de los elementos de la barra de perforación (\$)	Sin proyecto	broca	4	4425	4425
		barra	4	4401	4401
		shank	4	1604	1604
	Con proyecto	broca	4	3635	3635
		barra	4	3701	3801
		shank	4	1317.75	1375

costo/mes (\$)

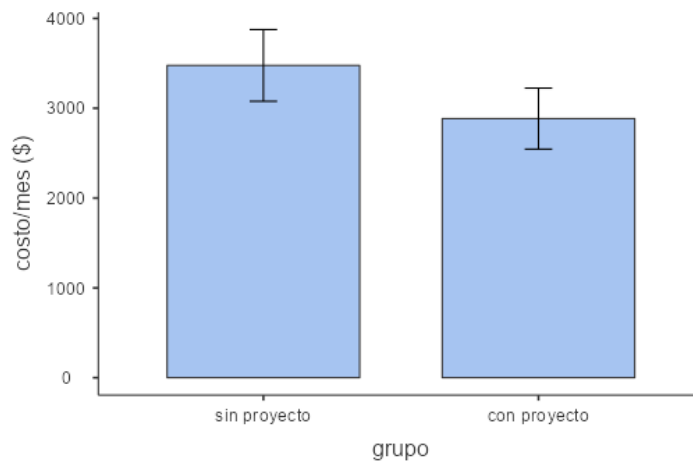


Figura 58. Costo mensual de los aceros de perforación (\$).

costo/mes (\$)

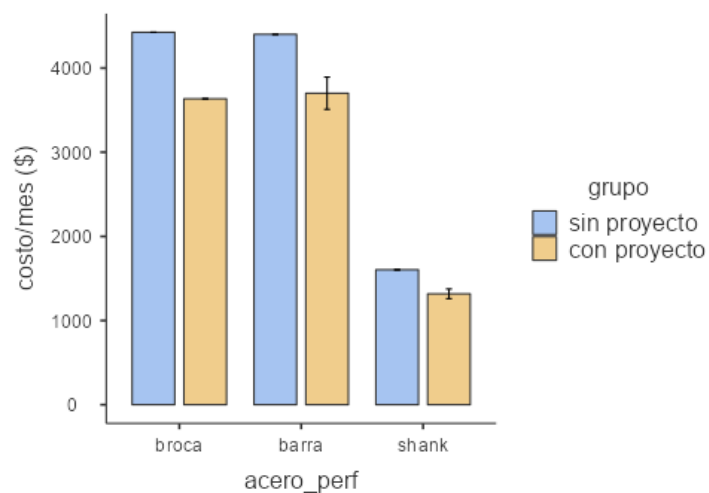


Figura 59. Costo mensual de los elementos de los aceros de perforación (\$).

1) Prueba de normalidad

Tenemos:

- H_0 : Significa que los datos tienen la tendencia de una curva normal.
- H_1 : Significa que los datos no tienen la tendencia de una curva normal.

Luego tenemos:

Tabla 44. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilk.

	Grupo	N	Mean	Median	SD	Variance	Shapiro-Wilk	
							W	p
Costo/mes (\$)	Sin proyecto	12	3476.667	4401	1383.094	1912948.606	0.613	1.39E-04
	Con proyecto	12	2884.583	3618	1176.197	1383440.265	0.745	0.00236

Como $p < 0.05$

Se rechaza la H_0 , por lo que los datos no se ajustan a una curva normal.

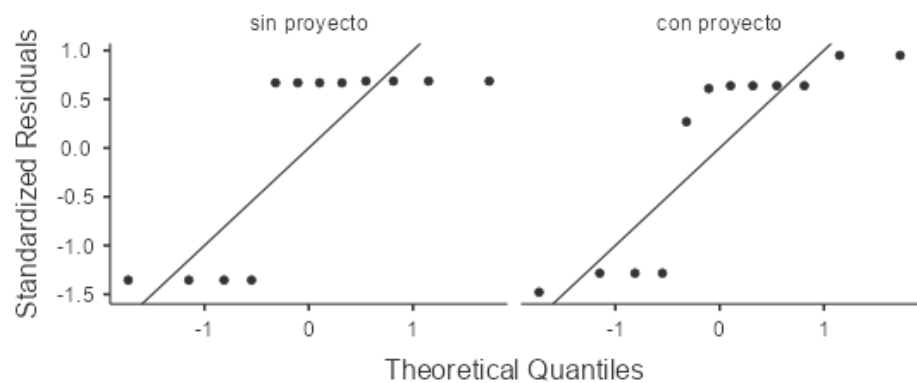


Figura 60. Gráfico del Q-Q plot.

En la Figura 60 la línea recta representa a la curva normal. Se observa que los puntos no siguen la tendencia de la curva normal.

2) Comparación de dos grupos independientes

Según la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney, tenemos:

- H_0 : La diferencias de medias = 0.

- H_1 : La diferencia de medias $\neq 0$.

Luego:

Tabla 45. *Prueba de Mann-Whitney U*

		Statistic	p	Mean difference		Effect Size
Costo/mes (\$)	Mann-Whitney U	32	0.0213	766	Rank biserial correlation	0.556

Según la Tabla 45 tenemos que el valor de $p = 0.0213$,

Como $p < 0.05$ se rechaza la H_0 , en consecuencia existen diferencias significativas.

Para evaluar el tamaño del efecto se hace uso de la siguiente tabla:

Tabla 46. *Coefficientes de correlación.*

Coefficiente	Interpretación
Menor a 0.10	Nulo o Trivial
Entre 0.10 y 0.30	Pequeño
Entre 0.30 y 0.50	Mediano
Mayor a 0.50	Grande

Observando la Tabla 45, se demuestra que el tamaño del efecto es grande.

Ver Tabla 43 de la página 102. Ver Figura 61.

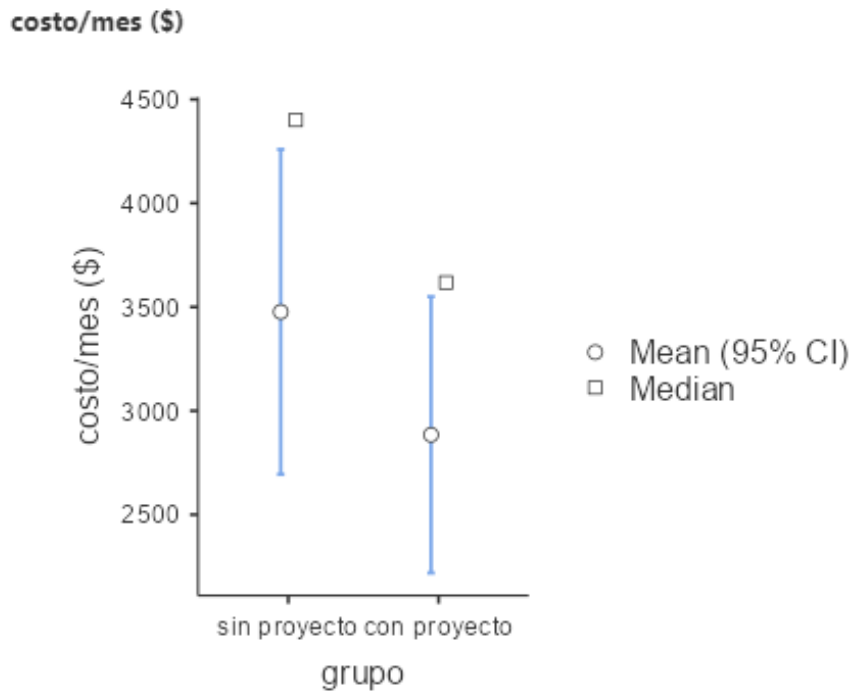


Figura 61. Gráfico de la media y mediana.

Finalmente, siendo la comparación de medias $\neq 0$, se demuestra que la determinación de los indicadores de control de eficiencia influye en el mejoramiento de la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua el cual contribuye en la reducción de costos y el incremento de la rentabilidad de la Empresa Minera.

4.3.2. Hipótesis Específicas

4.3.2.1. Primera Hipótesis Específica

Sean la hipótesis nula y alterna:

H₀: La evaluación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación *no incrementaría* la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.

H₁: La evaluación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación *incrementaría* la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.

Los datos se encuentran en la Tabla 47 (Santos-Arizapana, 2019).

Tabla 47. Base de datos para la prueba de hipótesis específica.

id	grupo	resefer	velocidad_m/h	metros_perforados	disp_mec
1	1	1	19	1428	0.95
2	1	1	19	1428	0.95
3	1	1	19	1428	0.95
4	1	1	19	1428	0.95
5	1	1	19	1428	0.95
6	1	2	17	468	0.87
7	1	2	17	468	0.87
8	1	2	17	468	0.87
9	1	2	17	468	0.87
10	1	2	17	468	0.87
11	1	3	23	1272	0.99
12	1	3	23	1272	0.99
13	1	3	23	1272	0.99
14	1	3	23	1272	0.99
15	1	3	23	1272	0.99
16	1	4	24	1334	0.99
17	1	4	24	1334	0.99
18	1	4	24	1334	0.99
19	1	4	24	1334	0.99
20	1	4	24	1334	0.99
21	1	5	16	912	1
22	1	5	16	912	1
23	1	5	16	912	1
24	1	5	16	912	1
25	1	5	16	912	1
26	2	1	21	1430	0.96
27	2	1	21	1430	0.96
28	2	1	21	1430	0.96
29	2	1	21	1430	0.96
30	2	1	21	1430	0.96
31	2	2	19	470	0.88
32	2	2	19	470	0.88
33	2	2	19	470	0.88
34	2	2	19	470	0.88
35	2	2	19	470	0.88
36	2	3	25	1274	0.99
37	2	3	25	1274	0.99
38	2	3	25	1274	0.99
39	2	3	25	1274	0.99
40	2	3	25	1274	0.99
41	2	4	26	1334	0.99
42	2	4	26	1336	0.99

id	grupo	resefer	velocidad_m/h	metros_perforados	disp_mec
43	2	4	26	1336	0.99
44	2	4	26	1336	0.99
45	2	4	26	1336	0.99
46	2	5	18	914	1
47	2	5	18	914	1
48	2	5	18	914	1
49	2	5	18	914	1
50	2	5	18	914	1

Donde:

La variable cualitativa resefer (equipo de perforación) consiste:

1 = resefer 1

2= resefer 2

3= resefer 3

2= resefer 4

3= resefer 5

La variable grupo con y sin proyecto:

1= sin proyecto

2= con proyecto.

1) Prueba de normalidad

Sean:

- H_0 : La distribución de los datos siguen la tendencia de la curva normal.
- H_1 : La distribución de los datos no siguen la tendencia de la curva normal.

Procesando los datos con el programa estadístico, tenemos:

Tabla 48. Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk)

	grupo	N	Mean	Median	SD	Shapiro-Wilk	
						W	p
Velocidad de perf._m/h	sin proyecto	25	19.8	19	3.253	0.819	4.83E-04
	con proyecto	25	21.8	21	3.253	0.819	4.83E-04
metros_perforados	sin proyecto	25	1082.8	1272	360.905	0.791	1.63E-04
	con proyecto	25	1084.72	1274	360.848	0.791	1.64E-04
disponibilidad_mecánica	sin proyecto	25	0.96	0.99	0.049	0.717	1.23E-05
	con proyecto	25	0.964	0.99	0.045	0.7	7.39E-06

Como $P < 0.05$

Rechazamos la H_0 ,

En consecuencia los datos no se ajusta a una curva normal.

2) Comparación de dos grupos independientes

Tenemos:

- H_0 : La diferencias de medias es igual a 0.
- H_1 : La diferencia de medias es distinto a 0.

Procesando los datos con el programa estadístico, se obtiene:

Tabla 49. Prueba para muestras independientes de Mann-Whitney U

		Statistic	p	Mean difference		Effect Size
Velocidad de perf_m/h	Mann-Whitney U	187.5	0.0149	-2	Rank biserial correlation	0.4
Metros_perforados	Mann-Whitney U	252.5	0.246	-2	Rank biserial correlation	0.192
Disponib._mecánica	Mann-Whitney U	287.5	0.621	0	Rank biserial correlation	0.08

De la Tabla 45 tenemos el valor de p para velocidad de perforación es menor que 0.05, entonces:

$P < 0.05$,

Como $p < 0.05$ se rechaza la H_0 , por lo tanto existen diferencias estadísticamente significativas entre la velocidad de perforación y el mejoramiento de la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera de Uchucchacua.

Tabla 50. Descriptivo de las variables.

	Group	N	Mean	Median	SD	SE
Velocidad_m/h	sin proyecto	25	19.8	19	3.253	0.651
	con proyecto	25	21.8	21	3.253	0.651
Metros_perforados	sin proyecto	25	1082.8	1272	360.905	72.181
	con proyecto	25	1084.72	1274	360.848	72.17
Disp_mec	sin proyecto	25	0.96	0.99	0.049	0.01
	con proyecto	25	0.964	0.99	0.045	0.009

velocidad_m/h

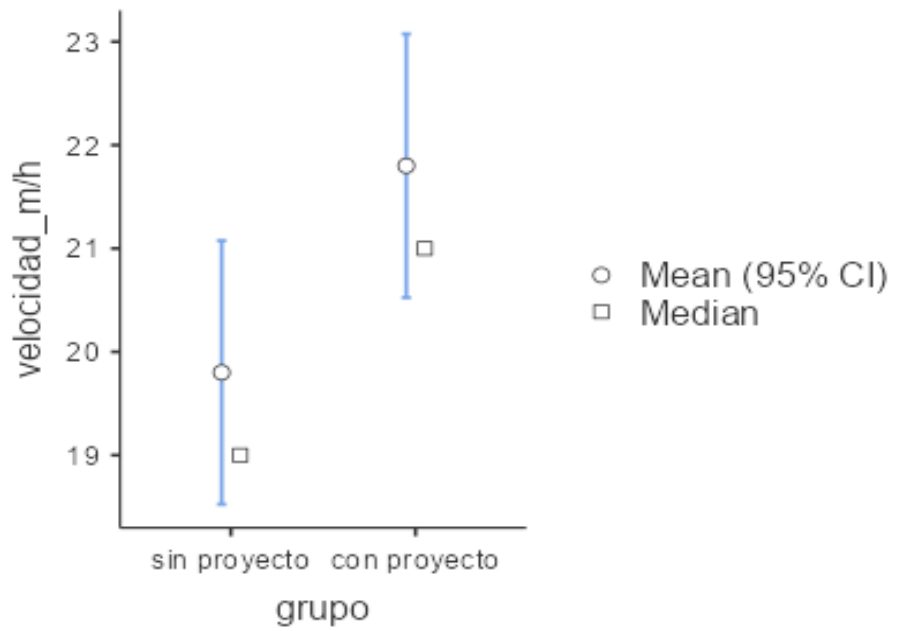


Figura 62. Gráfico de la media y mediana de la velocidad de perforación en metros por hora para cada grupo.

metros_perforados

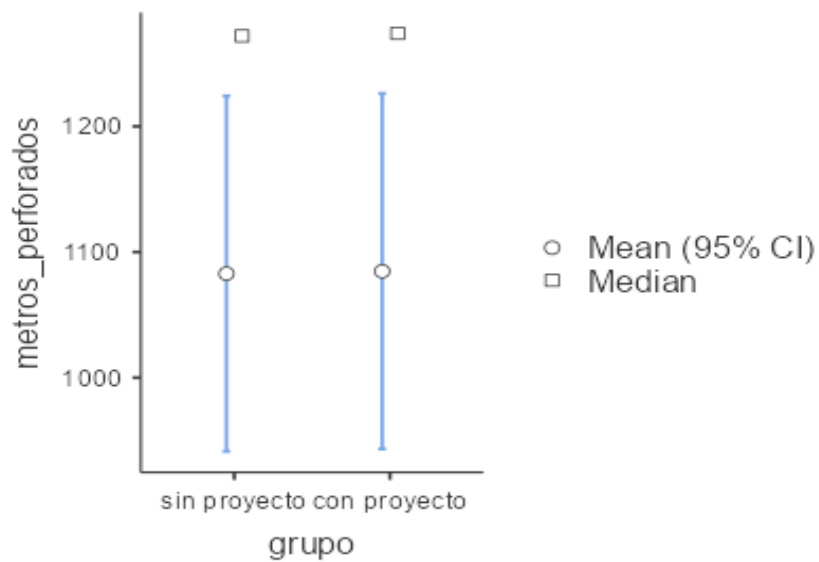


Figura 63. Gráfico de la media y mediana para los metros perforados mensuales para cada grupo.

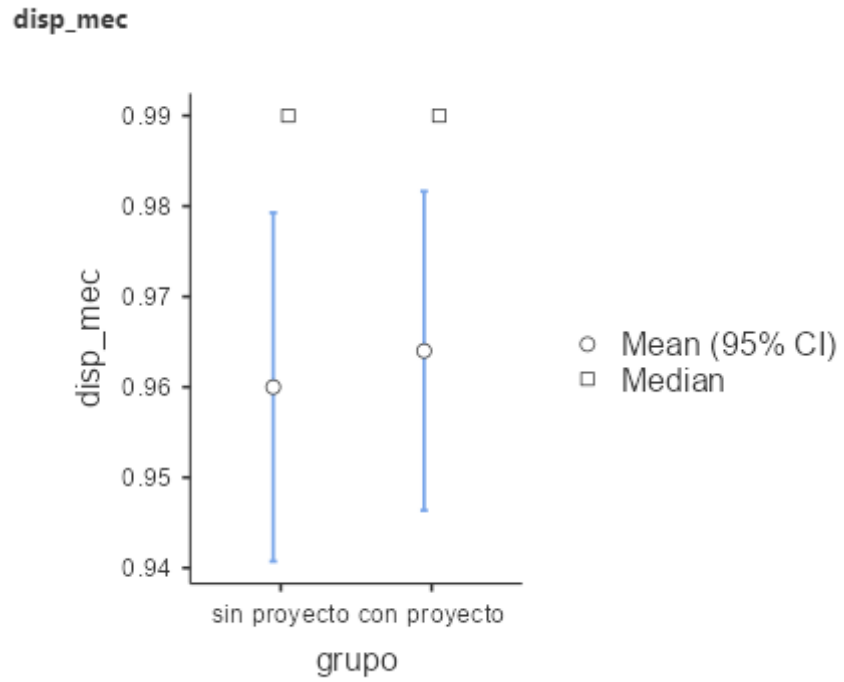


Figura 64. Gráfico de la media y mediana de la disponibilidad mecánica en porcentaje para cada grupo.

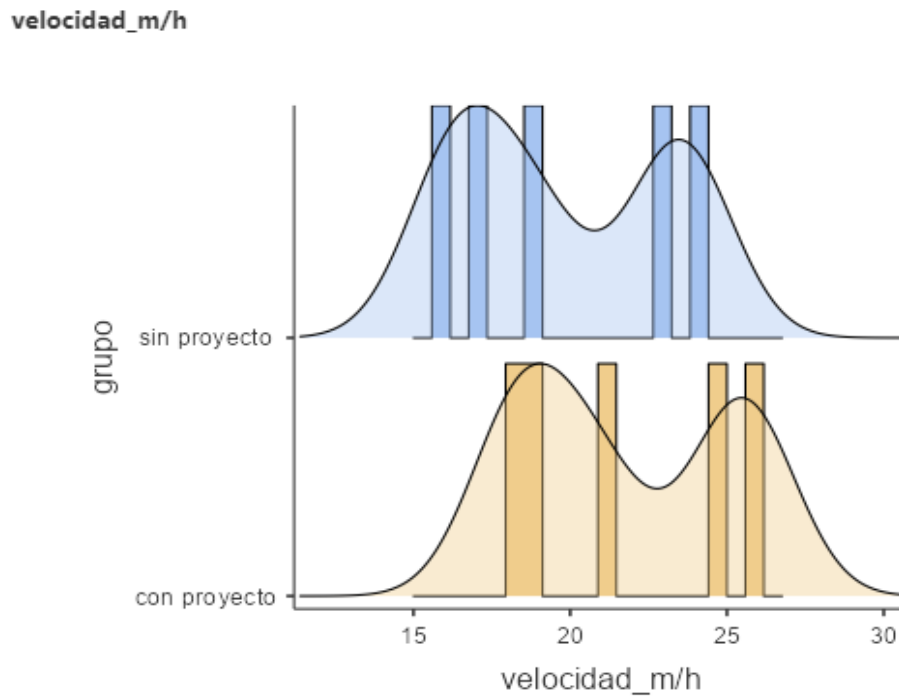


Figura 65. Histograma de la velocidad de perforación para cada grupo.

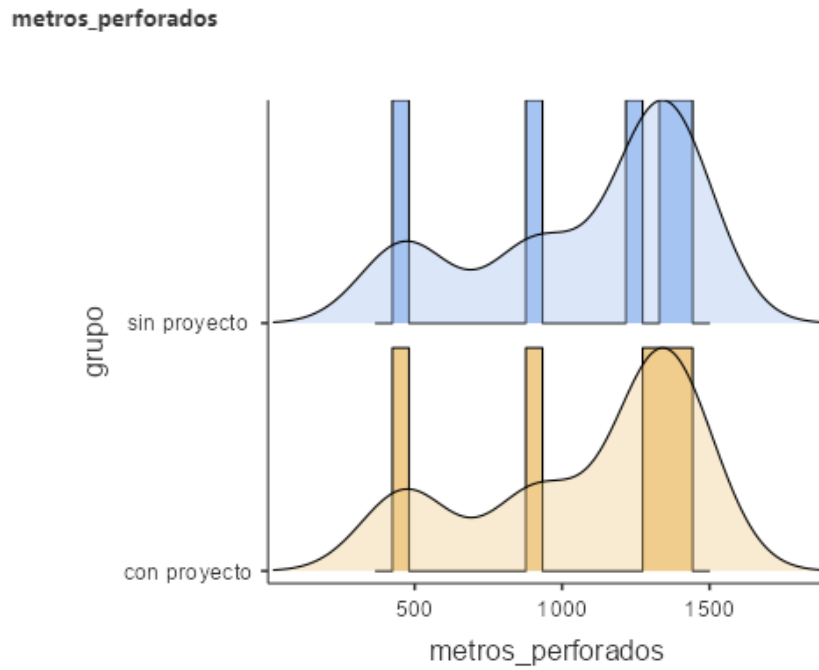


Figura 66. Histograma de los metros perforados para cada grupo.

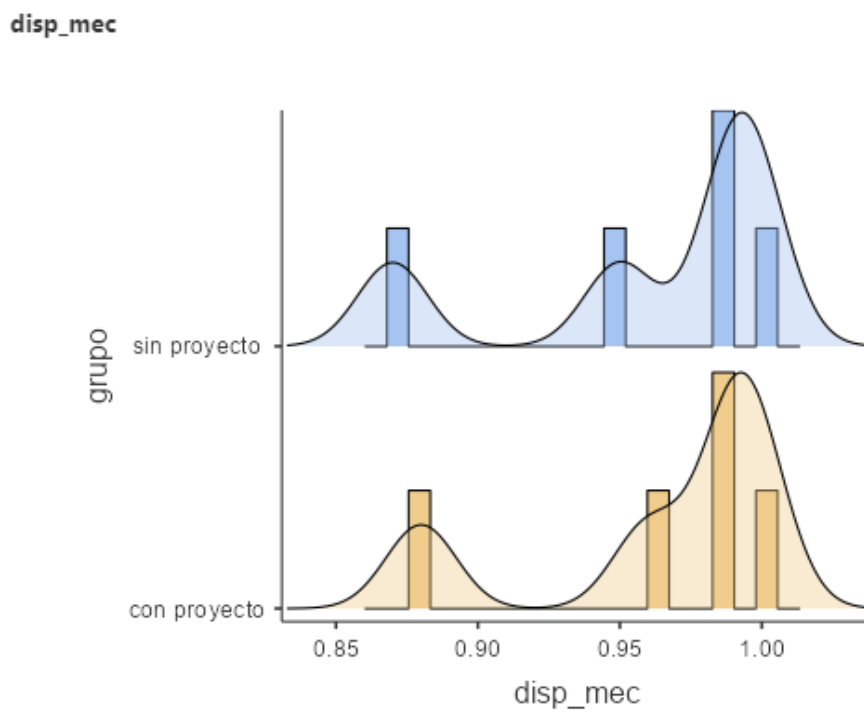


Figura 67. Histograma de la disponibilidad mecánica para cada grupo.

Por lo que se demuestra que la determinación de los indicadores de control de eficiencia influye en el mejoramiento de la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua el cual contribuye en la reducción de costos y el incremento de la rentabilidad de la Empresa Minera, además el aporte de la disponibilidad mecánica y los metros perforados es baja al mejoramiento de la performance.

4.3.2.2. Segunda Hipótesis Específica

Sean la hipótesis nula y alterna:

H₀: El incremento de la velocidad de perforación *no mejoraría* la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.

H₁: El incremento de la velocidad de perforación *mejoraría* la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.

Ver Tabla 51 que se muestra a continuación (Santos-Arizapana, 2019).

Tabla 51. *Base de datos para la prueba de hipótesis específica.*

id	grupo	resefer	velocidad_m/h	metros_perforados	disp_mec
1	1	1	19	1428	0.95
2	1	1	19	1428	0.95
3	1	1	19	1428	0.95
4	1	1	19	1428	0.95
5	1	1	19	1428	0.95
6	1	2	17	468	0.87
7	1	2	17	468	0.87
8	1	2	17	468	0.87
9	1	2	17	468	0.87
10	1	2	17	468	0.87
11	1	3	23	1272	0.99
12	1	3	23	1272	0.99
13	1	3	23	1272	0.99
14	1	3	23	1272	0.99
15	1	3	23	1272	0.99
16	1	4	24	1334	0.99
17	1	4	24	1334	0.99
18	1	4	24	1334	0.99
19	1	4	24	1334	0.99
20	1	4	24	1334	0.99
21	1	5	16	912	1
22	1	5	16	912	1
23	1	5	16	912	1
24	1	5	16	912	1
25	1	5	16	912	1
26	2	1	21	1430	0.96
27	2	1	21	1430	0.96
28	2	1	21	1430	0.96
29	2	1	21	1430	0.96
30	2	1	21	1430	0.96
31	2	2	19	470	0.88
32	2	2	19	470	0.88
33	2	2	19	470	0.88
34	2	2	19	470	0.88
35	2	2	19	470	0.88
36	2	3	25	1274	0.99
37	2	3	25	1274	0.99
38	2	3	25	1274	0.99
39	2	3	25	1274	0.99
40	2	3	25	1274	0.99
41	2	4	26	1334	0.99
42	2	4	26	1336	0.99
43	2	4	26	1336	0.99

id	grupo	resefer	velocidad_m/h	metros_perforados	disp_mec
44	2	4	26	1336	0.99
45	2	4	26	1336	0.99
46	2	5	18	914	1
47	2	5	18	914	1
48	2	5	18	914	1
49	2	5	18	914	1
50	2	5	18	914	1

Donde:

La variable cualitativa resefer (equipo de perforación) consiste:

1 = resefer 1

2= resefer 2

3= resefer 3

2= resefer 4

3= resefer 5

La variable grupo con y sin proyecto:

1 = sin proyecto

2 = con proyecto.

1) Prueba de normalidad

Sea:

- H_0 : Los datos siguen la tendencia de la curva normal.
- H_1 : Los datos no siguen la tendencia de la curva normal.

Luego tenemos:

Tabla 52. Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk)

	resefer	N	Mean	Median	SD	Shapiro-Wilk	
						W	p
velocidad_m/h	resefer 1	10	20	20	1.054	0.655	2.54E-04
	resefer 2	10	18	18	1.054	0.655	2.54E-04
	resefer 3	10	24	24	1.054	0.655	2.54E-04
	resefer 4	10	25	25	1.054	0.655	2.54E-04
	resefer 5	10	17	17	1.054	0.655	2.54E-04

Como $P < 0.05$, se rechaza la H_0 , donde se demuestra que los datos no se ajusta a la curva normal.

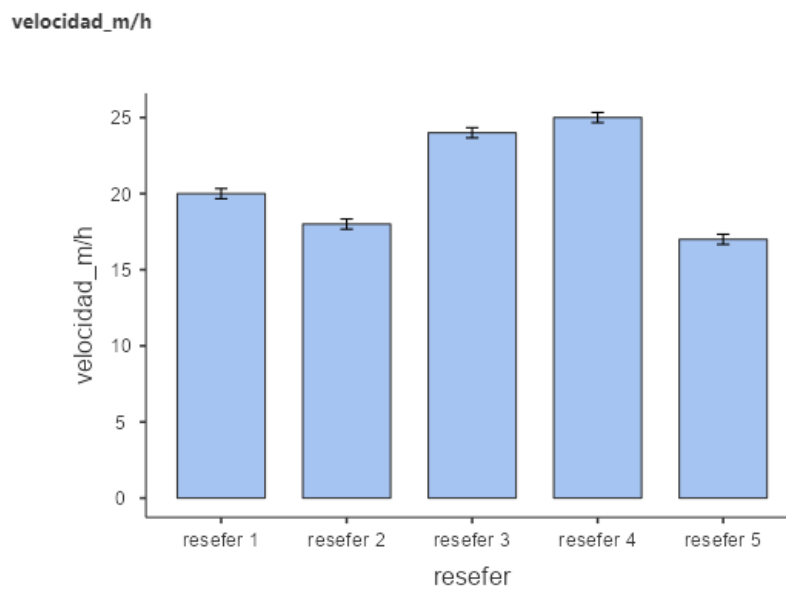


Figura 68. Gráfico de barras de la velocidad de perforación para cada equipo Resefer de perforación.

velocidad_m/h

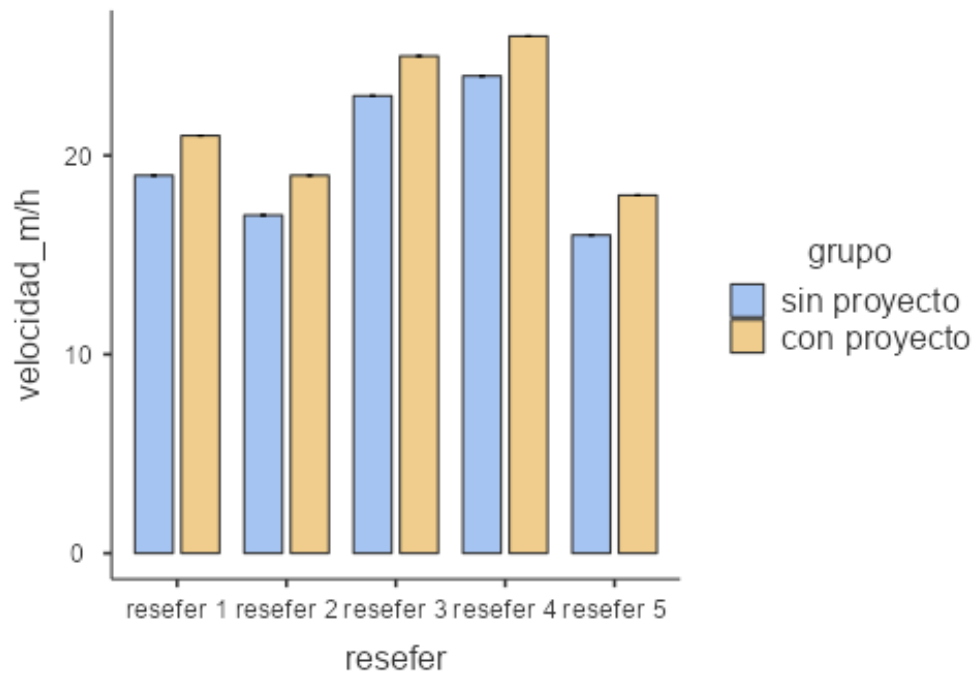


Figura 69. Gráfico de barras de la velocidad de perforación para cada equipo Resefer de perforación por cada grupo de análisis SIN PROYECTO y CON PROYECTO.

2) Análisis de la comparación de grupos

Sean:

- H_0 : La diferencias de medias es igual a 0.
- H_1 : La diferencia de medias es distinto a 0.

Luego tenemos:

Tabla 53. Prueba para muestras independientes de Mann-Whitney U.

		Statistic	p
velocidad_m/h	Mann-Whitney U	187.5	0.0149

De la Tabla 53 tenemos el valor de p para velocidad de perforación es menor que 0.05, entonces:

$P < 0.05$,

Como $p < 0.05$ se rechaza la H_0 , por lo tanto existen diferencias estadísticamente significativas entre la velocidad de perforación y el mejoramiento de la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera de Uchucchacua.

Tabla 54. Descriptivo de las variables.

	Group	N	Mean	Median	SD	SE
velocidad_m/h	sin proyecto	25	19.8	19	3.253	0.651
	con proyecto	25	21.8	21	3.253	0.651

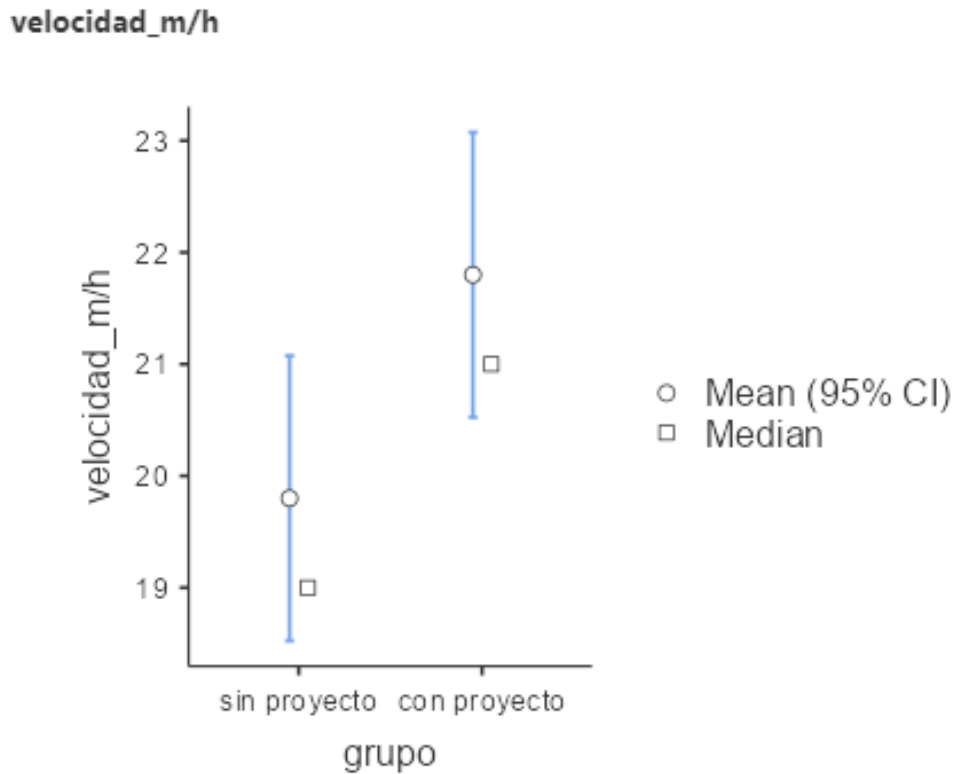


Figura 70. Gráfico de la media y mediana de la velocidad de perforación en metros por hora para cada grupo.

Por lo que se demuestra que el incremento de la variable velocidad de perforación influye significativamente en el mejoramiento de la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua el cual contribuye en la reducción de costos y el incremento de la rentabilidad de la Empresa Minera.

4.4. Discusión de resultados

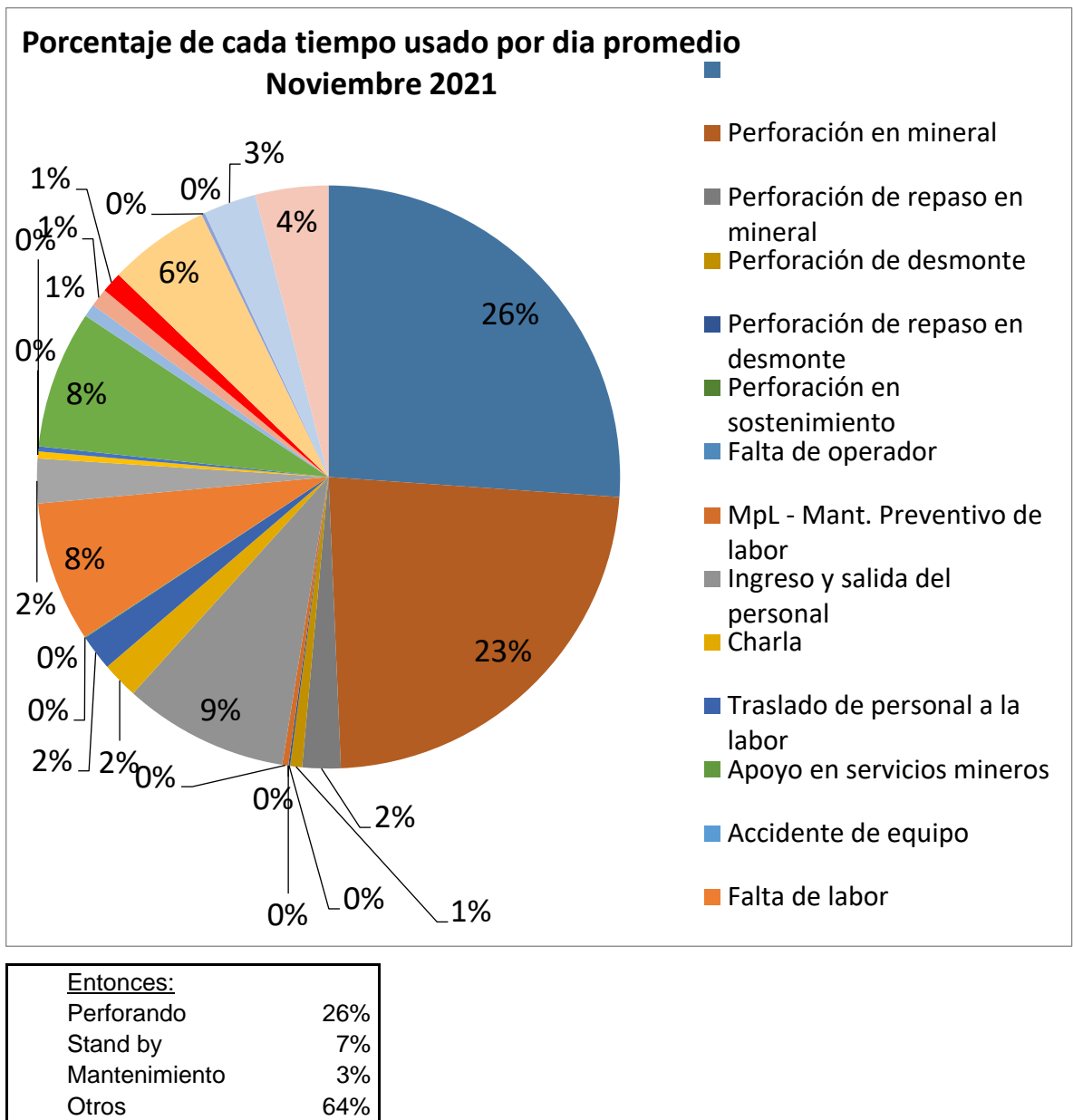


Figura 71. Porcentaje de cada tiempo usado por día promedio Noviembre 2021

Tabla 55. Resumen de Indicadores Kpi's para cada Equipo Resefer.

Indicador	Ubicación	Perforadora	PERFORACION					Total
			SECCIÓN I	SECCIÓN II	SECCIÓN III	SECCIÓN III	SECCIÓN III	
			RESEFER 01	RESEFER 02	RESEFER 03	RESEFER 04	RESEFER 05	
Diámetro Taladro	Plg		4	4" / 5"	4"			
Metros Perforados	m		1,428	468	1,272	1,334	912	3,168
Taladros	u		140	100	140	140	140	380
Hrs. Horometro	hr		1	4	9	6	13	15
Velocidad perforación operativa	m/h		19	17	23	24	16	20
Longitud / Taladro	m/Tal		10.2	4.7	9.1	9.5	6.5	8
Disponibilidad Mecánica	%		95%	87%	99%	99%	100%	94%
Utilización	%		89%	82%	95%	95%	97%	89%

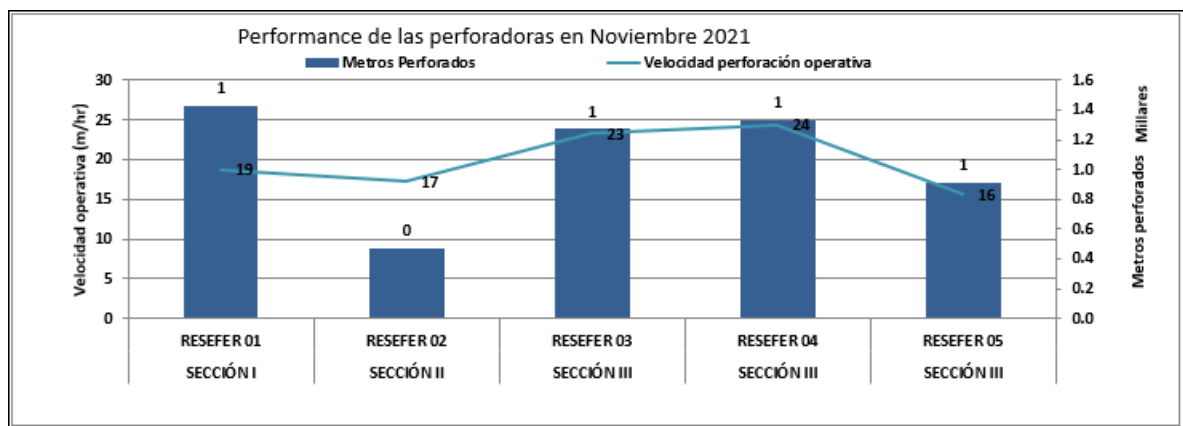


Figura 72. Performance de las perforadoras en Noviembre 2021

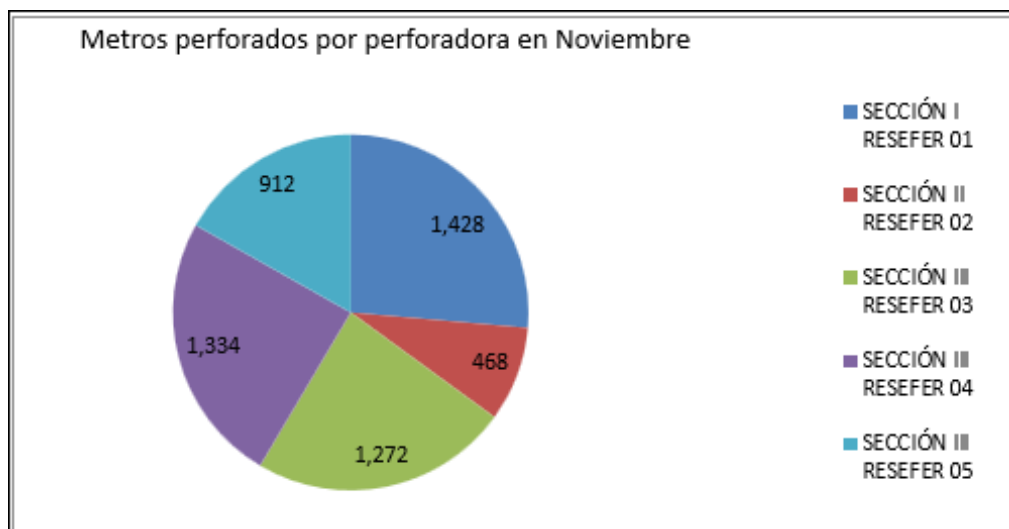


Figura 73. Metros perforados por perforadora en noviembre

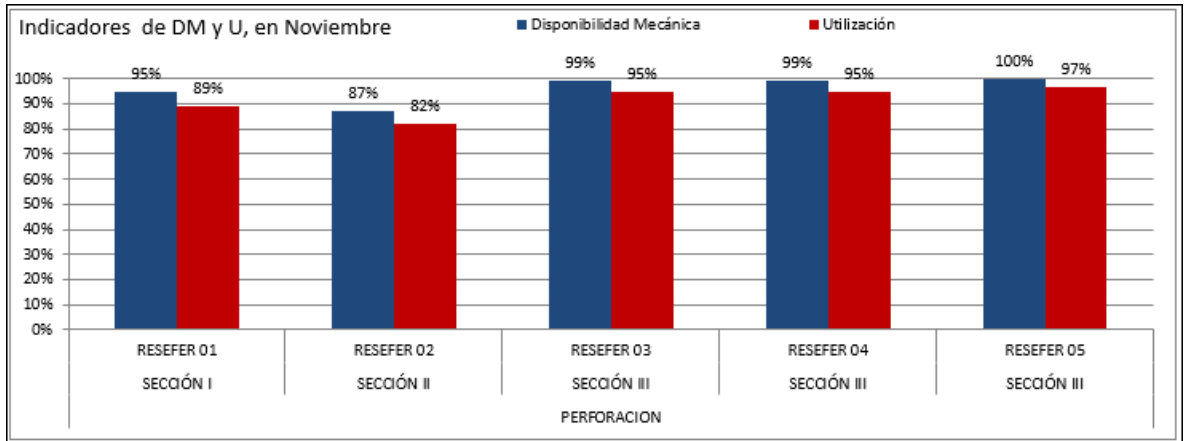


Figura 74. Indicadores de Disponibilidad Mecánica y Utilización en noviembre

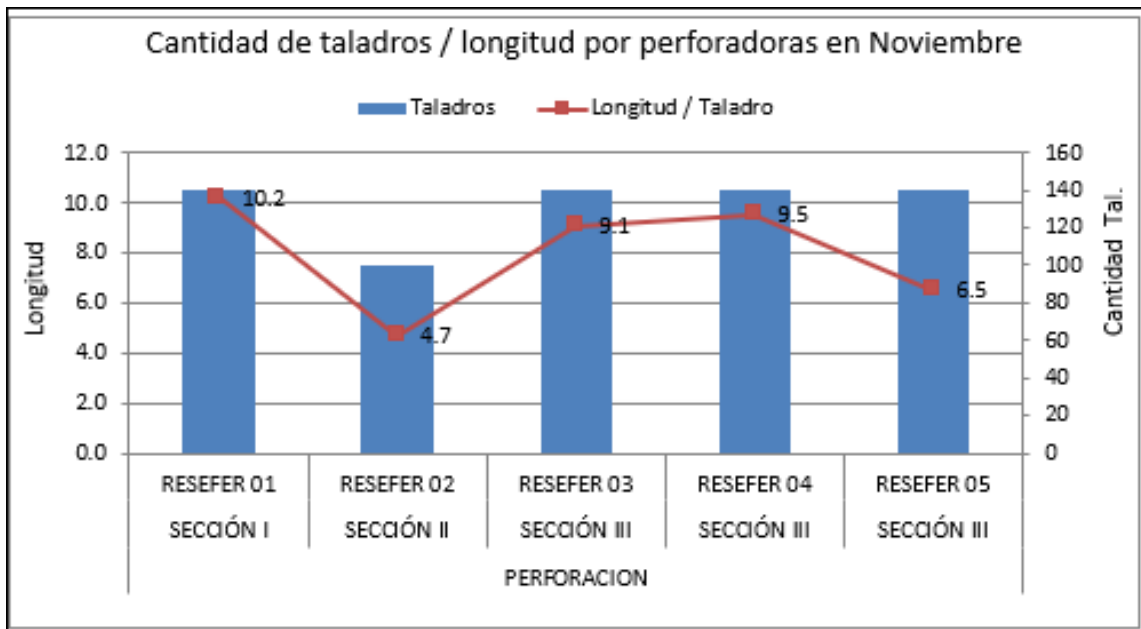


Figura 75. Cantidad de taladros/longitud por perforadoras en noviembre

CONCLUSIONES

Luego de obtener los resultados en el siguiente estudio se llega a las siguientes conclusiones.

- Con el buen control de los indicadores del control de eficiencia, el costo mensual de los elementos de los aceros de perforación se reduce de \$3476.67/mes a \$2884.58/mes. El ahorro es de \$ 592.09.
- El buen control de los aceros de perforación, la implementación de una afiladora y la reducción del número de taladros en la malla de perforación, optimiza en el consumo de brocas, barras y shank, por lo que nos permite generar una reducción de costos y mayor rentabilidad a la Empresa Minera.
- El incremento de la velocidad de perforación, teniendo como resultado la diferencia de la velocidad de perforación actual en promedio se incrementa de 19.8 m/h a 21.8 m/h. La producción se incrementa en 35% de la producción actual.
- Se recomienda tomar en cuenta la calidad de los materiales y repuestos que se utilizan en el mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos de perforación.
- Considerando la posible expansión de la mina es necesario saber los rendimientos de los equipos de perforación. Esto es importante para determinar el número de equipos óptimo para cumplir con la producción planeada, evitando inconvenientes en el desarrollo de cada una de las operaciones unitarias.
- Se recomienda continuar con el monitoreo de los indicadores claves de desempeño con la finalidad de tener la información actualizada y tomar decisiones correctas de acuerdo con la información clasificada para lograr una mejor productividad.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda mejorar los formatos de toma de tiempos.
- Programar capacitaciones para los trabajadores de la Empresa.
- Se recomienda establecer comunicaciones entre las diferentes áreas de operaciones de la mina para poder ejecutar de manera eficiente los trabajos en los que se interrelacionan.
- Revisar los inventarios de repuestos de los equipos de perforación para que haya un stock que permita abastecer la demanda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano Condor, Á. (2014). *Diseño de tronadura en una fase-aplicación a minería continua-CODELCO-División Andina*.
- Bernaola Chávez, H. G. (2012). *Gestión de la productividad total en minería subterránea*. Lima.
- Bustamante Chávez, J. E. (2018). *Optimización de la productividad de los equipos de carguío y acarreo en Gold Fields La Cima SA mediante la disminución de las demoras operativas más significativas*.
- Castro, S., & Lindor, A. (2019). *Propuesta para la implementación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en la SMRL Revolución 03 de octubre N° 02–Huánuco*.
- Garrido, A. (2007). *Diagnostico y Optimización de Disparos en desarrollo horizontal Mina el Teniente*. Santiago de Chile: UC.
- Hernández-Sampieri, R. (2010). *Metodología de la investigación* (Mc Graw Hill (ed.); Quinta edi).
- Huangal Laguna, D. A. (2022). *Diseño y cálculo de precios unitarios de procesos de perforación y voladura de rocas para habilitación de plataformas y accesos superficie Yumpag–2021*.
- Huincho Chavez, L. F. (2020). *Control de perforación y voladura en vetas angostas para evaluar la dilución de minerales método de explotación bench and fill-Unidad Minera Uchucchacua*.
- López Jimeno, C., López Jimeno, E., & García Bermúdez, P. (2003). *Manual de perforación y voladura de rocas*. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España.
- Mamani Escarcena, H. M. (2014). *Implementación del índice de resistencia geológica*

modificado en el sostenimiento activo y pasivo para el control de accidentes por caída de rocas en Mina Uchucchacua.

Pino, R. (2018). *Metodología de la investigación: Elaboración de diseños para contrastar hipótesis*. San Marcos.

Santos-Arizapana, W. P. (2019). *Importancia del slump en la resistencia de concreto lanzado por la EE Robocon SAC en la Mina Chungar Compañía Minera Glencore Group SAC*.

Soto Yanqui, N. (2014). *Informe técnico de operaciones metalúrgicas de la planta de procesos de Uchucchacua CIA. de Minas Buenaventura SAA*.

Vargas Almirón, J. J. (2021). *Voladura con iniciación pirotécnica, electrónica y aplicación de fracturamiento con plasma ejecutado por la empresa ENAEX SA en áreas 3000 y 4000 del proyecto Quellaveco*.

Vega Gonzáles, F. H. (2021). *Implementación del diseño de perforación y voladura para optimizar los parámetros de avance en galerías del nivel 3990 de la mina Uchucchacua–2019*.

Villar Zamora, R. A. (2021). *Optimización de la velocidad de perforación utilizando los martillos y brocas rock 66 de Neuman en Minera Los Andes Perú Gold SAC-Tajo Diana*.

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de Datos

REPORTE: ZONA ALTA

Tabla 56. *Perforación Zona Alta 01*

PERFORACIÓN ZONA ALTA 01

EQUIPO	RESEFER 01					
FECHA	GUARDI A	LABOR	Suma de BARR AS 2.5	Suma de METR OS 2.5	Suma de METR OS 5.0	Suma de TOTA L METR OS
11/10/20 21	NOCHE	TJ 6546 S	36	43.92	0	43.92
12/10/20 21	DIA	TJ 6546 S	51	62.22	0	62.22
12/10/20 21	DIA	TJ 6546 S	11.5	14.03	0	14.03
12/10/20 21	NOCHE	TJ 6383- N	36	43.92	0	43.92
15/10/20 21	DIA	TJ 6546 S	11	13.42	0	13.42
15/10/20 21	DIA	TJ 6546 S	3	3.66	0	3.66
15/10/20 21	NOCHE	TJ 6546 S	60	73.2	0	73.2
16/10/20 21	DIA	TJ 6546 S	5	6.1	0	6.1
16/10/20 21	DIA	TJ 6546 S	66	80.52	0	80.52
Total, general			279. 5	340.9 9	0	340.9 9

Tabla 57. Perforación Zona Alta 04

PERFORACIÓN ZONA ALTA 04						
EQUIPO	RESEFER 02					
FECHA	GUARDIA	LABOR	Suma de BARRA S 2.5	Suma de METRO S 2.5	Suma de METRO S 5.0	Suma de TOTAL METRO S
24/09/2021	DIA	TJ 6383-S	36	43.92	0	43.92
24/09/2021	NOCHE		105	128.1	0	128.1
25/09/2021	DIA	TJ 6546-S	65	79.3	0	79.3
25/09/2021	NOCHE		90	109.8	0	109.8
26/09/2021	DIA	TJ 6546-N	37	45.14	0	45.14
27/09/2021	DIA	TJ 6546-N	67	81.74	0	81.74
27/09/2021	NOCHE		63	76.86	0	76.86
28/09/2021	DIA	TJ 6546-N	88.5	107.97	0	107.97
28/09/2021	NOCHE		85	103.7	0	103.7
29/09/2021	DIA	TJ 6546-S	44	53.68	0	53.68
29/09/2021	NOCHE		12	14.64	0	14.64
30/09/2021	DIA	TJ 6546 N	100	122	0	122
30/09/2021	NOCHE		88	107.36	0	107.36
1/10/2021	DIA	TJ 6546 N	45.5	55.51	0	55.51
2/10/2021	DIA	TJ 6546 N	67	81.74	0	81.74
2/10/2021	NOCHE		66	80.52	0	80.52
3/10/2021	NOCHE		45	54.9	0	54.9
4/10/2021	DIA	TJ 6383-S	85.5	104.31	0	104.31
4/10/2021	NOCHE		72	87.84	0	87.84
5/10/2021	DIA	TJ 6383-S	47.5	57.95	57.95	115.9
5/10/2021	NOCHE		54	65.88	0	65.88
6/10/2021	DIA	TJ 6383-N	40	48.8	0	48.8
6/10/2021	NOCHE		0	0	0	0
7/10/2021	DIA	TJ 6383-N	20	24.4	0	24.4
7/10/2021	NOCHE		45	54.9	0	54.9
8/10/2021	DIA	TJ 6383-N	48	58.56	0	58.56
8/10/2021	NOCHE		36	43.92	0	43.92
9/10/2021	DIA	TJ 6383-N	18	21.96	0	21.96
9/10/2021	DIA	TJ 6383-S	24	29.28	0	29.28
9/10/2021	NOCHE		81	98.82	0	98.82
10/10/2021	NOCHE		64	78.08	0	78.08
11/10/2021	DIA	TJ 6383-N	27	32.94	0	32.94

12/10/2021	DIA	TJ 6383-N	67	81.74	0	81.74
13/10/2021	NOCHE		108	131.76	0	131.76
14/10/2021	DIA	TJ 6383-S	18	21.96	21.96	43.92
15/10/2021	DIA	TJ 6383-N	58	70.76	0	70.76
16/10/2021	NOCHE		18	21.96	0	21.96
17/10/2021	DIA	TJ 6546 S	15.5	18.91	0	18.91
18/10/2021	NOCHE		80	97.6	0	97.6
19/10/2021	DIA	TJ 6383-N	34	41.48	0	41.48
20/10/2021	NOCHE		33	40.26	0	40.26
21/10/2021	DIA	TJ 6383-N	27	32.94	0	32.94
22/10/2021	NOCHE		108	131.76	0	131.76
23/10/2021	DIA	TJ 6383-N	9	10.98	0	10.98
24/10/2021	DIA	TJ 6546 S	69	84.18	0	84.18
25/10/2021	NOCHE		91	111.02	0	111.02
26/10/2021	DIA	TJ 6546 S	87	106.14	0	106.14
27/10/2021	NOCHE		100	122	0	122
28/10/2021	DIA	TJ 6546 S	89.5	109.19	0	109.19
29/10/2021	NOCHE		22	26.84	0	26.84
30/10/2021	DIA	TJ 6383-S	40	48.8	0	48.8
31/10/2021	NOCHE		57.5	70.15	0	70.15
Total, general			2897.5	3534.95	79.91	3614.86

Tabla 58. *Equipo Resefer 04*

EQUIPO	RESEFER 04
--------	---------------

FECHA	GUARDIA	LABOR	Suma de BARRAS 2.5	Suma de METROS 2.5	Suma de METROS 5.0	Suma de TOTAL METROS
25/09/2021	DIA	TJ 6383-N	0	0	0	0
26/09/2021	DIA	TJ 6383-N	9	10.98	0	10.98
26/09/2021	NOCHE		45	54.9	0	54.9
27/09/2021	DIA	TJ 6383-N	57	69.54	0	69.54
27/09/2021	NOCHE		9	10.98	0	10.98
28/09/2021	DIA	TJ 6383-N	28.5	34.77	0	34.77
28/09/2021	NOCHE		54	65.88	32.94	98.82
29/09/2021	DIA	TJ 6383-N	0	0	0	0
29/09/2021	NOCHE		45	54.9	21.96	76.86
30/09/2021	DIA	TJ 6383-S	19	23.18	0	23.18
30/09/2021	NOCHE		19	23.18	0	23.18
1/10/2021	DIA	TJ 6383-S	81	98.82	0	98.82
1/10/2021	NOCHE		56	68.32	0	68.32
2/10/2021	DIA	TJ 6383-N	9	10.98	0	10.98
2/10/2021	DIA	TJ 6383-S	47.5	57.95	0	57.95
2/10/2021	NOCHE		18	21.96	0	21.96
3/10/2021	DIA	TJ 6383-N	29.5	35.99	0	35.99
Total general			526.5	642.33	54.9	697.23

Tabla 59. *Actividad de Perforación Resefer Guardia de Noche*

EQUIPO	RESEFER 1			
TURNO	NOCHE			
FECHA	21/11/2021			
ACTIVIDAD ESPECÍFICA	Suma de TOTAL HORAS ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	PORCENTAJE	ACUMULADO
perforación en mineral	4.5	4.50	41.5%	41.5%
Ingreso - Salida	2.5	2.50	23.1%	64.6%
Charla	1.0	1.00	9.2%	73.8%
Traslado de equipo	0.8	0.83	7.7%	81.5%
Falta de servicio (energía agua aire)	0.7	0.67	6.2%	87.7%
Trabajos varios	0.7	0.67	6.2%	93.8%
Instalación de equipo	0.7	0.67	6.2%	100.0%
Total general	10.83	10.83		

Tabla 60. *PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 01 SEMANA DEL: 24-07-18 AL 13-08-18*

PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 01 SEMANA DEL: 24-07-18 AL 13-08-18			
ACTIVIDAD ESPECÍFICA	HORAS ACTIVIDAD	PORCENTAJE	ACUMULADO
Perforacion en mineral	4.50	42%	42%
Ingreso - Salida	2.50	23%	64.6%
Refrigerio	1.00	9%	73.8%
Traslado de equipo	0.83	8%	81.5%
Charla	0.67	6%	87.7%
Instalacion de equipo	0.67	6%	93.8%
Inspeccion de equipo	0.67	6%	100.0%
Total general	10.83		

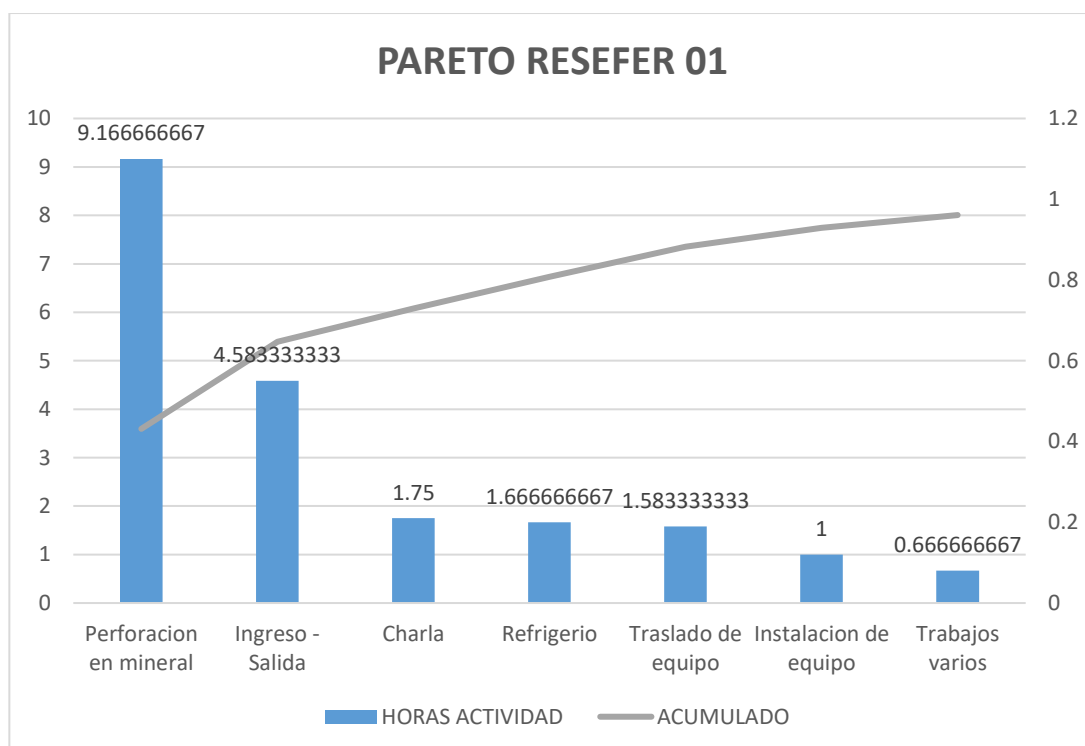


Figura 76: Pareto Refeser 01

Tabla 61. Pareto Refeser 02

EQUIPO	RESEFER 2			
FECHA	21/11/2021			
TURNO	NOCHE			
Etiquetas de fila	Suma de TOTAL HORAS ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	PORCENTAJE	ACUMULADO
perforación en mineral	6.05	6.05	58%	57.6%
Ingreso - Salida	1.58	1.58	15%	72.7%
Charla	1.17	1.17	11%	83.8%
Falta de servicio (energía agua aire)	0.78	0.78	7%	91.3%
Trabajos varios	0.25	0.25	2%	93.7%
Traslado al equipo	0.25	0.25	2%	96.0%
Mantenimiento correctivo	0.17	0.17	2%	97.6%

Instalación de equipo	0.17	0.17	2%	99.2 %
Inspección de equipo	0.08	0.08	1%	100.0 %
Total general	10.50	10.50		

Tabla 62. PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 02 SEMANA DEL: 24-10-21 AL 13-11-21

PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 02 SEMANA DEL: 24-10-21 AL 13-11-21			
ACTIVIDAD ESPECÍFICA	HORAS ACTIVIDAD	PORCENTAJE	ACUMULADO
Perforacion en mineral	6.05	57.6%	57.6%
Ingreso - Salida	1.58	15.1%	72.7%
Charla	1.17	11.1%	83.8%
Falta de servicio (energia agua aire)	0.78	7.5%	91.3%
Trabajos varios	0.25	2.4%	93.7%
Traslado al equipo	0.25	2.4%	96.0%
Mantenimiento correctivo	0.17	1.6%	97.6%
Instalacion de equipo	0.17	1.6%	99.2%
Inspeccion de equipo	0.08	0.8%	100.0%
Total general	10.50		

Tabla 63. Equipo Resefer 03

EQUIPO	RESEFER 3			
FECHA	21/11/2021			
TURNO	NOCHE			
Etiquetas de fila	Suma de TOTAL HORAS ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	PORCENTAJE	ACUMULADO
perforación en mineral	5.50	5.50	52.4%	52.4%
Ingreso - Salida	2.00	2.00	19.0%	71.4%
Trabajos varios	1.58	1.58	15.1%	86.5%
Charla	1.00	1.00	9.5%	96.0%
Inspección de equipo	0.42	0.42	4.0%	100.0 %

Total general	10.50	10.50
----------------------	--------------	--------------

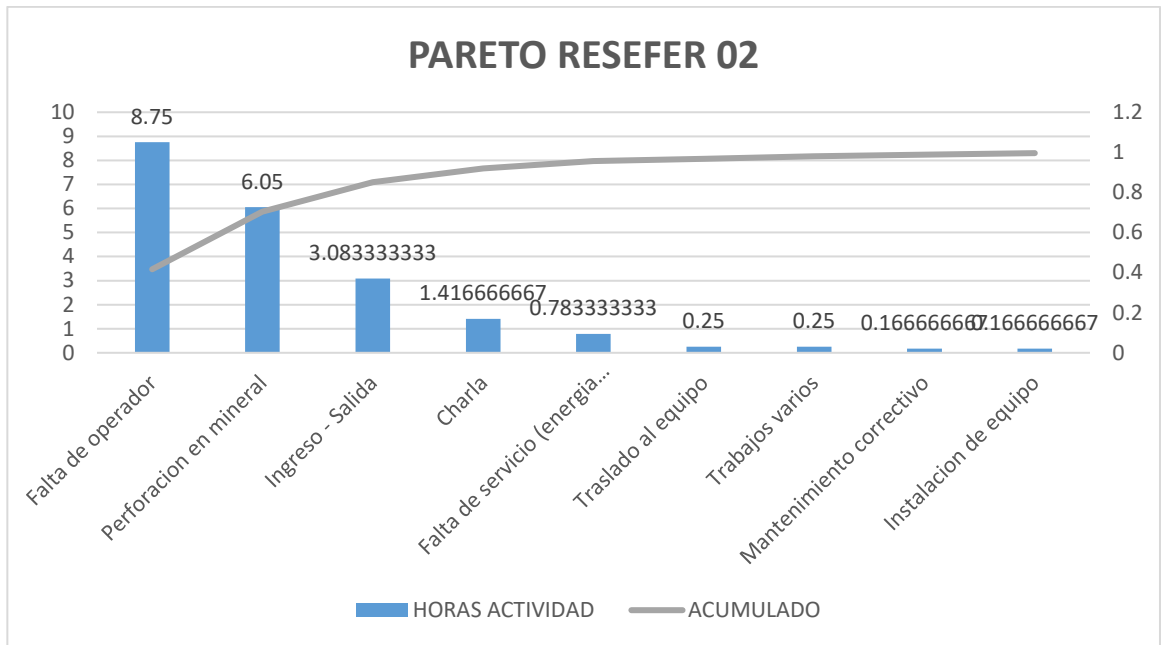


Figura 77: Pareto Resefer 2

Tabla 64. Pareto para Resefer 3

PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 03 SEMANA DEL: 24-10-21 AL 13-11-21			
ACTIVIDAD ESPECÍFICA	HORAS ACTIVIDAD	PORCENTAJE	ACUMULADO
Perforacion en mineral	5.50	52.4%	52.4%
Ingreso - Salida	2.00	19.0%	71.4%
Trabajos varios	1.58	15.1%	86.5%
Charla	1.00	9.5%	96.0%
Inspeccion de equipo	0.42	4.0%	100.0%
Total general	10.50		

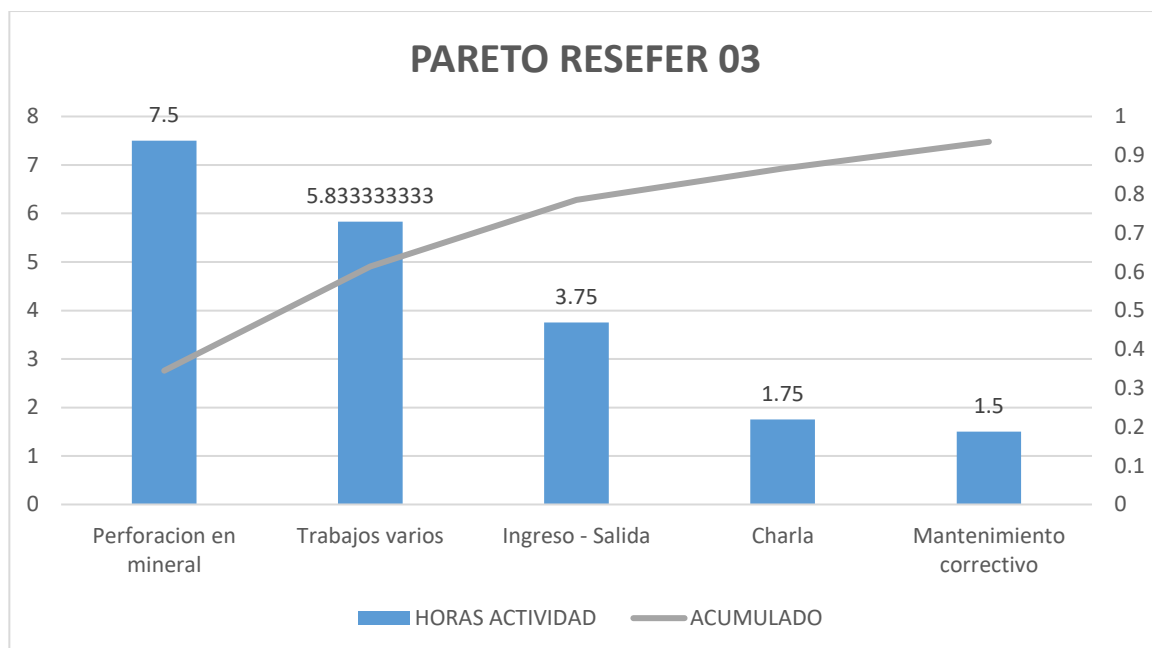


Figura 78. Pareto Resefer 3

Tabla 65. Pareto Resefer 4

EQUIPO		RESEFER 4			
FECHA		21/11/2021			
TURNO		NOCHE			
Etiquetas de fila	Suma de TOTAL HORAS ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	PORCENTAJE	ACUMULADO	
Perforacion en mineral	3.00	3.00	28.6%	28.6%	
Mantenimiento correctivo	2.17	2.17	20.6%	49.2%	
Traslado al equipo	1.50	1.50	14.3%	63.5%	
Falta de labor	1.33	1.33	12.7%	76.2%	
Ingreso - Salida	1.00	1.00	9.5%	85.7%	
Charla	1.00	1.00	9.5%	95.2%	
Trabajos varios	0.50	0.50	4.8%	100.0%	
Total general	10.50	10.50			

Tabla 66. PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 03 SEMANA DEL: 24-10-21 AL 13-11-21

PARETO DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 03 SEMANA DEL: 24-10-21 AL 13-11-21			
ACTIVIDAD ESPECÍFICA	HORAS ACTIVIDAD	PORCENTAJE	ACUMULADO
Perforacion en mineral	3.00	28.6%	28.6%
Mantenimiento correctivo	2.17	20.6%	49.2%
Traslado al equipo	1.50	14.3%	63.5%
Falta de labor	1.33	12.7%	76.2%
Ingreso - Salida	1.00	9.5%	85.7%
Charla	1.00	9.5%	95.2%
Trabajos varios	0.50	4.8%	100.0%
Total general	10.50		

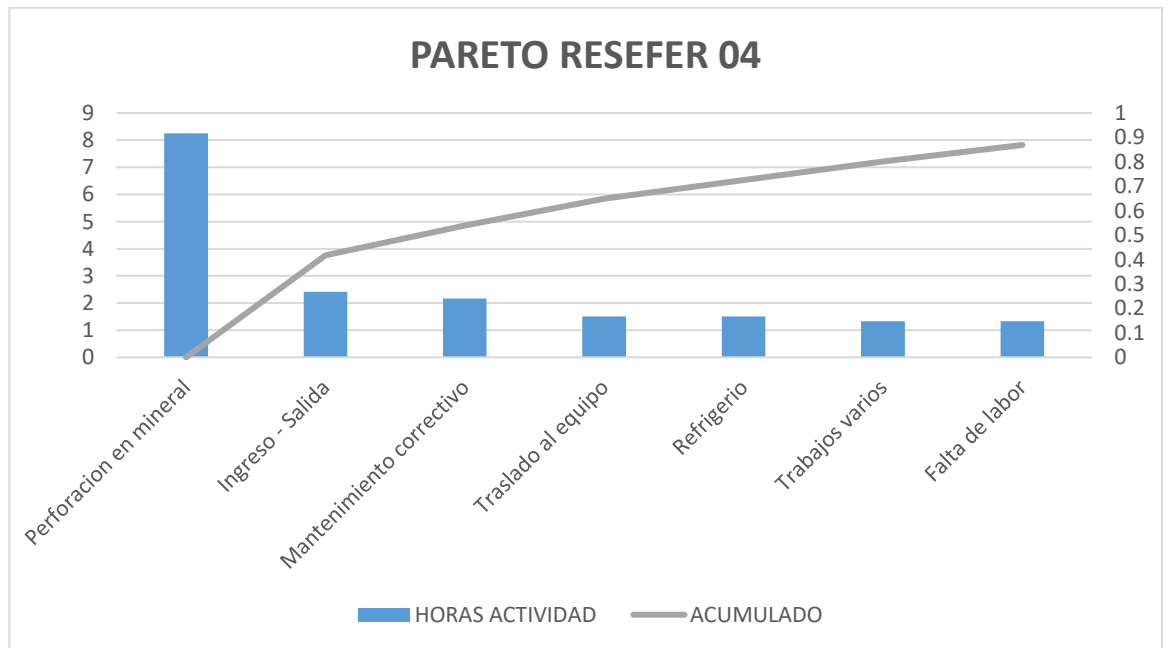


Figura 79. Pareto Resefer 4.

INCIDENCIA DE RESEFER GN

RESEFER - 1

Tabla 67. Incidencia de Actividades Resefer 1

INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 01		
ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	INCIDENCIA
HORAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	0.00	0%
HORAS DE PRODUCCION	6.33	37%
HORAS DISPONIBLES DM. OPERATIVAS	10.83	63%
TOTAL	17.17	100%

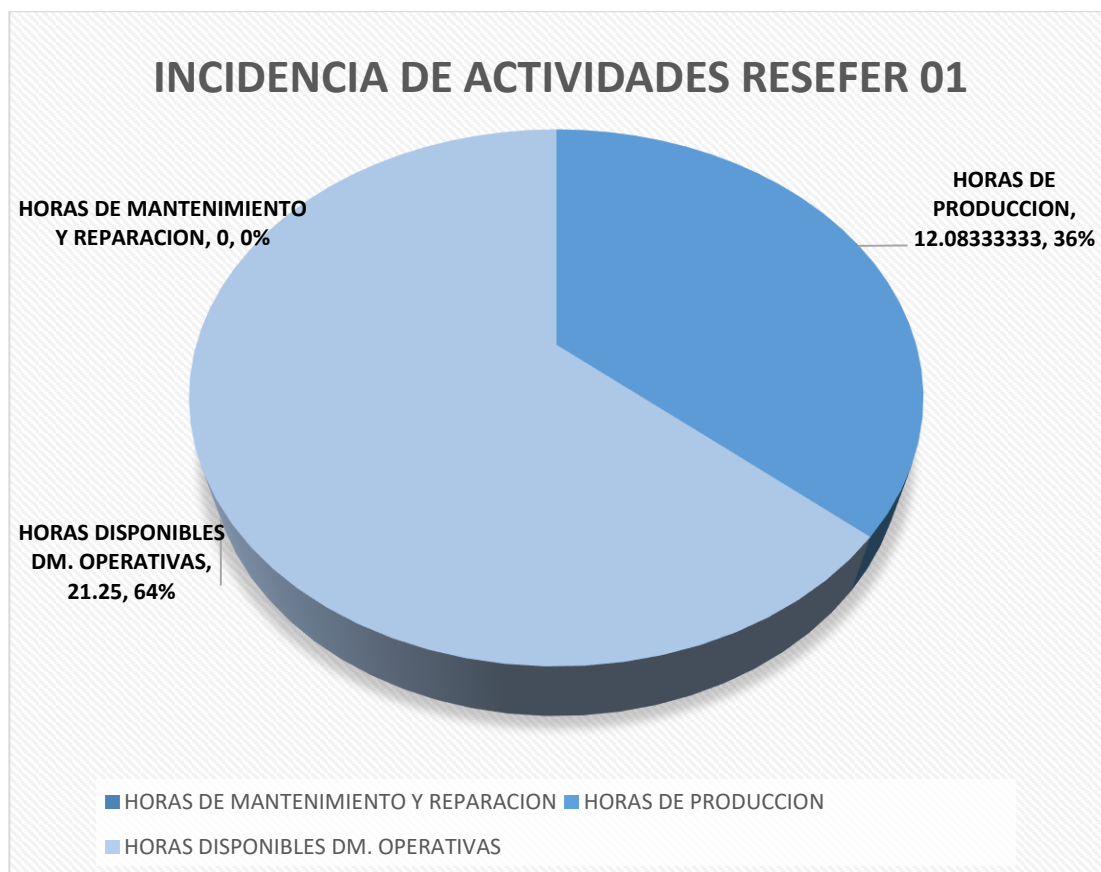


Figura 80. Incidencia de Actividades Resefer 1

Tabla 68. Incidencia de Actividades Resefer 2

INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 02		
ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	INCIDENCIA
HORAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	0.17	2%
HORAS DE PRODUCCION	6.05	58%
HORAS DISPONIBLES DM. OPERATIVAS	4.28	41%
TOTAL	10.50	100%



Figura 81. Incidencia de Actividades Resefer 2

Tabla 69. Incidencia de Actividades Resefer 2

INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 03		
ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	INCIDENCIA
HORAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	0.00	0%
HORAS DE PRODUCCION	5.50	52%
HORAS DISPONIBLES DM. OPERATIVAS	5.00	48%
TOTAL	10.50	100%

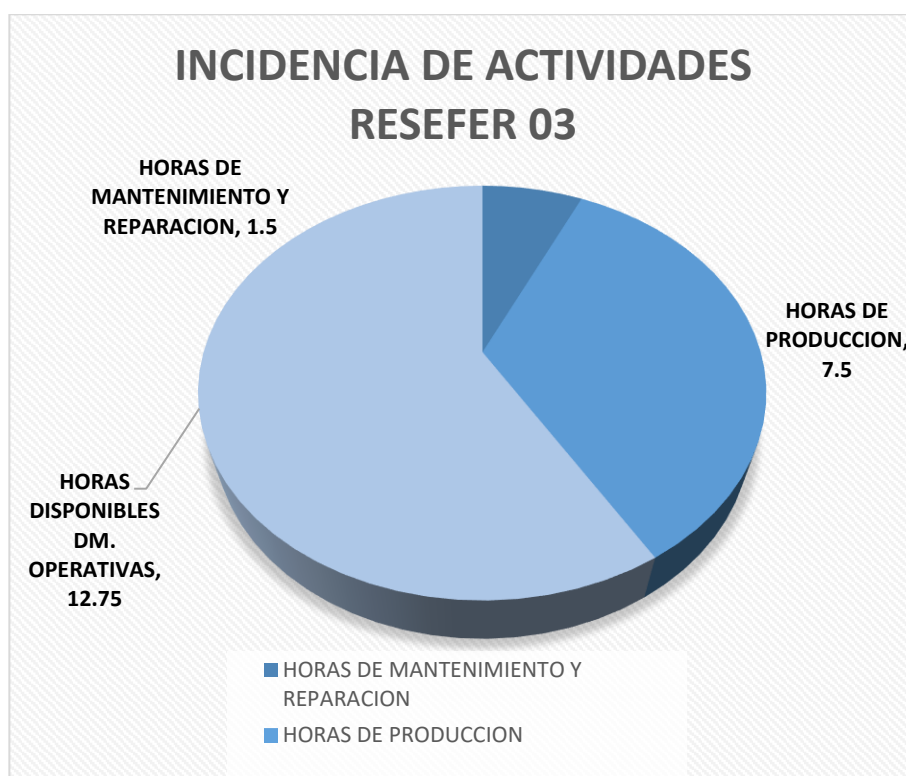


Figura 82. Incidencia de Actividades Resefer 3

Tabla 70. Incidencia de Actividades Resefer 4

INCIDENCIA DE ACTIVIDADES RESEFER NRO. 04		
ACTIVIDAD	HORAS ACTIVIDAD	INCIDENCIA
HORAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACION	2.17	21%
HORAS DE PRODUCCION	3.00	29%
HORAS DISPONIBLES DM. OPERATIVAS	5.33	51%
TOTAL	10.50	100%

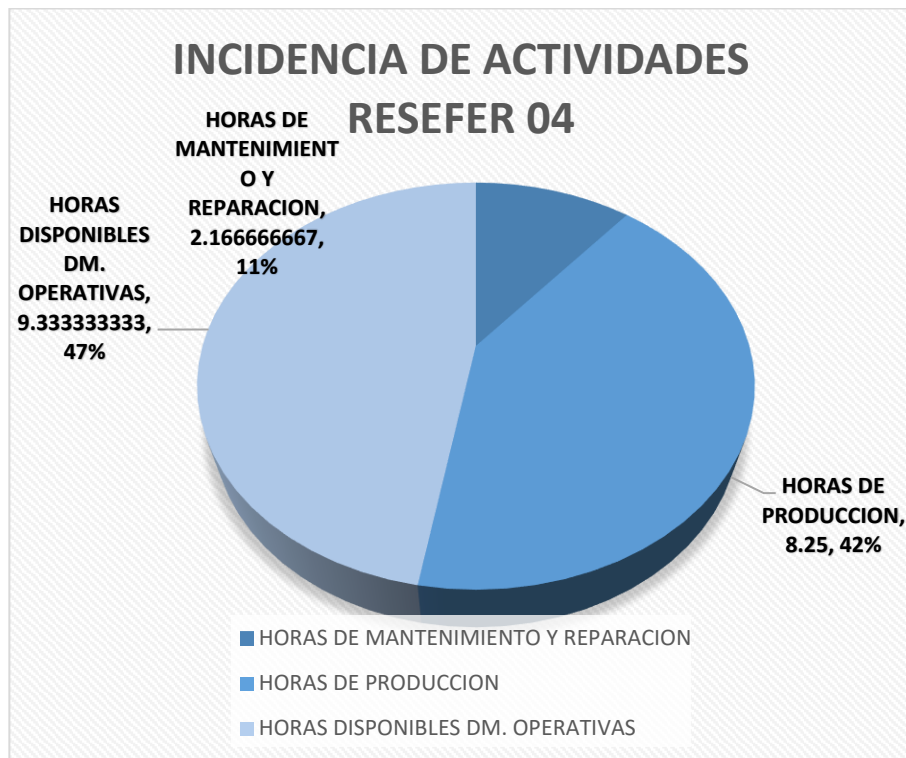


Figura 83. Incidencia de Actividades Resefer 4.

Tabla 71. *Matriz de consistencia*

“Determinación de los KPI’s para Mejorar la Performance de los Equipos de Perforación en la Unidad Minera Uchucchacua – Minas Buenaventura S.A. 2020”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
General	General	General	Variable Independiente	
¿Cómo la determinación de los indicadores de control de eficiencia influye en el mejoramiento de la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua?	Establecer los indicadores de control de eficiencia para mejorar la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.	La adecuada implementación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación mejoraría la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.	<p>(X)</p> <p>X = Indicadores de control de eficiencia de la perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.</p> <p>Variable Dependiente (Y)</p> <p>Y = Performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.</p>	<p>Nivel: Explicativo.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Método: No experimental. Hipotético deductivo.</p> <p>Diseño: Comparativo.</p>
Específico 1	Específico 1	Específico 1	Variable Independiente (X)	
¿Cómo la evaluación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación mejorará la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua?	Mejorar la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua mediante la evaluación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación.	La evaluación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación incrementaría la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.	<p>X₁ = Evaluación de los indicadores de control de eficiencia en las operaciones unitarias de perforación</p> <p>X₂ = Velocidad de perforación de los equipos en la Unidad Minera Uchucchacua.</p>	

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Específico 2	Específico 2	Específico 2		
¿Cómo el incremento de la velocidad de perforación incrementará la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua?	Mejorar la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua mediante el incremento de la velocidad de perforación.	El incremento de la velocidad de perforación mejoraría la performance de las operaciones de perforación en la Unidad Minera Uchucchacua.	<u>INDICADORES:</u> Y ₁ = Rendimiento Y ₂ = Productividad	

Fuente: Elaboración propia.