

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO

ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



“DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE RENDIMIENTO EN EQUIPOS DE CARGUÍO, ACARREO Y TRANSPORTE PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN MINA CHIPMO, U.E.A. ORCOPAMPA DE CÍA. DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. AREQUIPA”

TESIS PRESENTADO POR:

BACH. JULIO CESAR CUTI TANCAYLLO

PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS

ASESOR:
MGT. ING. ODILON CONTRERAS ARANA

CUSCO – PERÚ
2019

DEDICATORIA

A Dios que ha sido mi guía y protector de mi vida.

A mis queridos padres: Leónidas y Julia, que con su esfuerzo, dedicación y cariño me ayudan a cumplir mis metas.

A mis tíos: Florentino y Sabina, por su incondicional apoyo; a mis hermanos y a las personas que estuvieron presentes a mi lado en todo momento brindándome su comprensión y apoyo para lograr mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por guiar mis pasos diariamente, permitiéndome aprender de mis errores con entereza y aplomo.

A mi familia, en especial a mis padres quienes me apoyaron en todo momento.

Demuestro mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a la Facultad de Ingeniería Geológica, Metalúrgica y Minas, y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas por permitir mi formación personal y profesional. A los docentes Ingenieros de esta casa de estudios quienes con sus enseñanzas, consejos y experiencias compartidas a través de los años de estudio me brindaron la formación personal y profesional.

A la empresa G&R Contratistas Generales de Perú, empresa especializada que brinda trabajos de Exploración, Preparación, Explotación y Servicios complementarios a Cía. De Minas Buenaventura S.A.A., por brindarme el apoyo y la oportunidad de realizar la siguiente tesis, al equipo humano de G&R que conforman los ingenieros, empleados y personal obrero que han aportado en mi crecimiento personal y profesional.

RESUMEN

En una operación minera subterránea mecanizada; el ciclo de carguío, acarreo y transporte representa uno de los procesos productivos más importantes cuyo principio es dinamizar la operación minera mediante una adecuada gestión de la productividad de los equipos involucrados.

Es por esta razón que es importante determinar un conjunto de indicadores de rendimiento para los equipos de carguío, acarreo y transporte con el objetivo de mejorar la productividad de las operaciones mineras en mina Chipmo, con un mayor aprovechamiento de los recursos empleados y buscando una disminución de los costos operacionales. Para lograr el objetivo principal de la investigación, se aplicará el ciclo PDCA de mejora continua, en los equipos de carguío, acarreo y transporte de la zona Nazareno de Mina Chipmo.

A lo largo del periodo de prueba, se pudo observar que al contar con un área de productividad que se encargue de realizar el seguimiento y control a los indicadores de rendimiento establecidos, es posible incrementar las horas de operación de un 292.43 a 388.2 horas en el caso de los Scooptram y de un 322.4 a 425.4 horas en el caso de los Dumper, esto se refleja en el incremento de la disponibilidad y la utilización, consiguiendo una reducción en el tiempo promedio entre fallas y el tiempo medio para su reparación. Este incremento en las horas de operación permite reducir los egresos en los equipos de 669,795.82 soles a 583,380.97 soles.

Se recomienda continuar con el seguimiento y controles del área de productividad a las operaciones unitarias, sobre todo al ciclo de limpieza y transporte.

INTRODUCCIÓN

En una operación minera mecanizada es importante una organización eficiente donde el ciclo de carguío y acarreo trabaje en forma integrada con el ciclo de transporte. Los costos del ciclo de carguío, acarreo y transporte pueden representar hasta un 45% de los costos totales y el mejoramiento de la productividad impacta directamente en un costo menor por tonelada extraída.

El presente trabajo de investigación toma como punto de partida los antecedentes y la actualidad del costo de operación de la zona Nazareno de la mina Chipmo, donde se tiene un exceso en el costo de operación en comparación con el monto proyectado. El análisis inicial indica que los equipos son los que vienen generando mayores costos de operación después de la mano de obra, esto debido principalmente a la baja operatividad de los equipos Scooptram y Dumper, teniendo en cuenta que algunos equipos no alcanzan las 420.00 horas mínimas de operación al mes.

En ese sentido, para reducir los costos de operación e incrementar la productividad en la zona Nazareno, es muy importante determinar un conjunto de indicadores de rendimiento para garantizar una gestión minera con calidad del ciclo de minado para mantener los equipos disponibles y dedicados a la operatividad de la mina y evitando al máximo que estos generen tiempos muertos y se encuentren inoperativos por periodos prolongados.

La presente investigación, se ha dividido en 06 capítulos, los cuales contiene:

El Capítulo I, describe la realidad problemática de la investigación; en donde se visualiza el planteamiento y formulación del problema, los objetivos de la investigación, la justificación seguido de las limitaciones de la investigación; finalmente la formulación de la hipótesis y la identificación y la operacionalización de las variables de la investigación.

El Capítulo II, muestra el marco teórico conceptual de la investigación; donde se aprecia primero los antecedentes y luego la información teórica relevante sobre las variables de estudio,

es decir sobre la determinación de indicadores de rendimiento en equipos de carguío, acarreo y transporte en el nivel 3340 de la zona Nazareno de la mina Chipmo, sustentado en teorías y bibliografía actualizada.

El Capítulo III, se detalla la caracterización del ámbito de estudio; describiendo la unidad de estudio, la propiedad minera, la ubicación, la accesibilidad, la fisiografía, topografía, clima, seguido de los aspectos geológicos tales como la geología local, la geología estructural y la geología económica; se detalla el método de explotación y en manejo del material arrancado, en relleno, la ventilación y finalmente el tratamiento del mineral para su producto final.

El Capítulo IV, muestra la metodología de la investigación; donde se toca el nivel de investigación, la metodología “PDCA” como herramienta de gestión, se identifica la población y muestra del estudio de investigación y seguido de las técnicas e instrumentos para la recolección y procesamiento de los datos.

El Capítulo V, muestra las primeras etapas del ciclo de mejora continua (PDCA): la Planificación (Plan) y Hacer (Do); donde se analiza la situación actual de las operaciones mineras y la determinación de los indicadores de rendimiento para los equipos de carguío, acarreo y transporte.

Capítulo VI, Se muestra las etapas siguientes del ciclo de mejora continua (PDCA): Verificar (Check), Actuar (Act); donde se evalúa y analiza los resultados obtenidos comparándolos con los resultados obtenidos en el análisis inicial.

Al final se complementa con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, y los respectivos anexos del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
INTRODUCCIÓN	iv
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD DEL PROBLEMA.....	1
1.3.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1. PROBLEMA GENERAL	3
1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	3
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.5. JUSTIFICACIÓN	4
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.7. HIPÓTESIS.....	5
1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL	5
1.7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA	5

1.8.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	5
1.8.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE	6
1.8.2.	VARIABLE DEPENDIENTE	6
1.8.3.	DEFINICIÓN OPERATIVA DE VARIABLES.....	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO		7
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.2.	PRINCIPIOS DE GESTIÓN DE CALIDAD	9
2.2.1.	MEJORA CONTINUA.....	10
2.2.2.	CICLO PDCA (Plan, Do, Check and Act).....	10
2.2.3.	HERRAMIENTAS DE MEJORA CONTINUA	11
2.3.	DEFINICIÓN DE INDICADORES DE DESEMPEÑO	13
2.3.1.	INDICADORES DE GESTIÓN EN LA INDUSTRIA MINERA	13
2.3.2.	FORMULACIÓN DE INDICADORES DE RENDIMIENTO	16
2.3.3.	INDICADORES DE RENDIMIENTO.....	16
2.4.	PRODUCTIVIDAD DE EQUIPOS	23
2.4.1.	FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO	23
2.5.	COSTO HORARIO DE EQUIPOS	23
2.5.1.	ELEMENTOS EN EL CÁLCULO DEL COSTO HORARIO	24
2.6.	DEFINICIONES	31
CAPITULO III: ÁMBITO DE ESTUDIO.....		37

3.1.	UNIDAD DE ESTUDIO	37
3.1.1.	PROPIEDAD MINERA.....	38
3.1.2.	UBICACIÓN.....	38
3.1.3.	ACCESO	38
3.2.	FISIOGRAFÍA.....	39
3.2.1.	CLIMA	39
3.2.2.	RELIEVE	40
3.2.3.	VEGETACIÓN	40
3.2.4.	HIDROLOGÍA.....	41
3.3.	ASPECTOS GEOLÓGICOS	41
3.3.1.	GEOLOGÍA LOCAL.....	41
3.3.2.	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	42
3.3.3.	GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	44
3.4.	MÉTODO DE EXPLOTACIÓN – MINA CHIPMO.....	45
3.4.1.	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE CORTE Y RELLENO	46
3.4.2.	LABORES DE DESARROLLO Y PREPARACIÓN	47
3.4.3.	ARRANQUE DEL CUERPO MINERALIZADO	47
3.4.4.	MANEJO DEL MINERAL.....	48
3.4.5.	SOSTENIMIENTO.....	49
3.4.6.	RELLENO.....	51

3.4.7.	VENTILACIÓN.....	52
3.5.	LABOREO SUBTERRÁNEO.....	54
3.6.	OPERACIONES Y PROCESOS DE LA PLANTA DE ORCOPAMPA	55
CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		56
4.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	56
4.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	56
4.3.	METODOLOGIA “PDCA” COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN	57
4.3.1.	PLANIFICAR (PLAN)	57
4.3.2.	HACER (DO).....	57
4.3.3.	VERIFICAR (CHECK).....	58
4.3.4.	ACTUAR (ACT).....	58
4.4.	POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO DE INVESTIGACIÓN.....	58
4.4.1.	POBLACIÓN	58
4.4.2.	MUESTRA.....	58
4.4.3.	MUESTREO	59
4.5.	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	59
4.5.1.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	59
4.5.2.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	59
4.6.	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	60
4.7.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	60

CAPITULO V: DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE RENDIMIENTO EN EQUIPOS DE CARGUÍO, ACARREO Y TRANSPORTE – CICLO PDCA.....		62
5.1.	ANÁLISIS SITUACIONAL DE LAS OPERACIONES MINERAS - (PLAN)....	62
5.1.1.	INGRESOS Y EGRESOS 2017.....	64
5.1.2.	COSTOS DE OPERACIÓN	64
5.1.3.	ANÁLISIS DEL EGRESO EN EQUIPOS	67
5.1.4.	DIAGNÓSTICO INICIAL.....	70
5.1.5.	IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS.....	70
5.1.6.	PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES	72
5.2.	ESTUDIO DE MEJORA (DO).....	73
5.2.1.	ESTÁNDARES DE REFERENCIA Y VALORES A ALCANZAR	73
5.2.2.	ESTUDIO DE TIEMPOS EN EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO.....	74
5.2.3.	ESTUDIO DE TIEMPO EN EQUIPOS DE TRANSPORTE	76
5.2.4.	FORMATO DE REPORTE DIARIO DE OPERACIÓN DE EQUIPOS.....	77
5.2.5.	CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO A OPERADORES	80
5.2.6.	DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS	80
5.2.7.	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	81
5.2.8.	INDICADORES DE RENDIMIENTO EN EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO	81

5.2.9. CONFIABILIDAD DE EQUIPOS DE CARGUÍO, ACARREO Y TRANSPORTE.....	90
5.2.10. COSTO HORARIO DE EQUIPOS.....	93
5.2.11. COSTO DE OPERACIÓN DE EQUIPOS EN EL PERIODO DE PRUEBA	95
CAPITULO VI: EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	96
6.1. EVALUACIÓN DE RESULTADOS	96
6.1.1. TIEMPO DE OPERACIÓN DE EQUIPOS DE LIMPIEZA Y TRANSPORTE	96
6.1.2. DISPONIBILIDAD.....	98
6.1.3. UTILIZACIÓN	99
6.1.4. EGRESO EN EQUIPOS	100
6.2. ANÁLISIS DE LA FLOTA DE EQUIPOS.....	101
6.2.1. CALCULO DE LA FLOTA DE CARGUÍO Y TRANSPORTE	101
6.2.2. FACTOR DE ACOPLAMIENTO DE LA FLOTA CTUAL	102
6.3. ANÁLISIS DE DATOS DEL CONTROL DE TIEMPOS.....	103
6.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS	106
6.4.1. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS.....	106
6.4.2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA Y NIVEL DE CONFIANZA.....	106
6.4.3. INTERVALOS PARA UN NIVEL DE CONFIANZA DE 95%	107
6.4.4. ESTADÍSTICO DE LA PRUEBA.....	108
6.4.5. DECISIÓN ESTADÍSTICA	109

CONCLUSIONES	110
RECOMENDACIONES	111
BIBLIOGRAFÍA.....	112
ANEXOS.....	115
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	116
ANEXO 02: EQUIPOS DE LIMPIEZA – ZONA NAZARENO – MINA CHIPMO	117
ANEXO 03: CÓDIGO DE ACTIVIDADES - SCOOPTRAM	118
ANEXO 04: CODIGO DE ACTIVIDADES – DUMPER	119
ANEXO 05A: ESTUDIO DE TIEMPOS ST (D) 504	120
ANEXO 05B: ESTUDIO DE TIEMPOS ST (D)503	121
ANEXO 05C: ESTUDIO DE TIEMPOS ST(D)154	122
ANEXO 05D: FICHA DE CONTROL DE TIEMPOS DE ACARREO.....	123
ANEXO 05E: FICHA DE CONTROL DE TIEMPOS DE CARGUÍO	124
ANEXO 05F: RENDIMIENTO DE SCOOPTRAM (Ton/hora).....	125
ANEXO 06A: ESTUDIO DE TIEMPOS DUMPER-111	126
ANEXO 06B: ESTUDIO DE TIEMPOS DUMPER-501	127
ANEXO 06C: ESTUDIO DE TIEMPOS DUMPER-502	128
ANEXO 06D: CONTROL DE TIEMPOS DE TRANSPORTE	129
ANEXO 06E: RENDIMIENTO DUMPER (Ton/hora)	130
ANEXO 07: DISTANCIAS EN INTERIOR MINA Y SUPERFICIE	131

ANEXO 08: PLANO TOPOGRÁFICO DL NIVEL 3340, ECHADERO 3340	132
ANEXO 09: PLANO TOPOGRÁFICO DEL NIVEL 3340 – CX 942-2S	133
ANEXO 10: PLANO TOPOGRÁFICO DEL NIVEL 3340 – BP 942-5E	134
ANEXO 11: PLAN DE MINADO SEMANAL – PSM – PLANEAMIENTO MINA	135
ANEXO 12: FOTOGRAFIA DEL PROCESO DE ACARREO – ST (D) 503	136
ANEXO 13: FOTOGRAFÍA DEL PROCESO DE CARGUÍO – ST (D) 154	137
ANEXO 14: FOTOGRAFÍA DEL PROCESO DE TRANSPORTE – DUMPER-501	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.8-1: Definición Operativa de variables	6
Tabla 2.3-1: Definición de términos y mediciones en base al tiempo calendario.....	17
Tabla 2.3-2: Rango de indicadores establecidos por Compañía.	20
Tabla 5.1-1: Costos de operación Proyecto Vs. Ejecutado – G&R 2017	63
Tabla 5.1-2: Indicador Financiero EBITDA G&R - 2017	64
Tabla 5.1-3: Estructura de costos de operación - EBITDA.....	65
Tabla 5.1-4: Estructura de costos	65
Tabla 5.1-5: Variación los costos de operación 2017	66
Tabla 5.1-6: Resumen de horas de operación mensual de los Scooptram de 4.2 Yd3.....	68
Tabla 5.1-7: Resumen de horas de operación mensual de los Dumper MT2010 de 10 Ton. ..	69
Tabla 5.1-8: Lista de las causas identificadas con puntaje.....	71
Tabla 5.1-9: Contramedidas para las causas identificadas en el diagrama de causa y efecto..	73
Tabla 5.2-1: Parámetros de Cía. De Minas Buenaventura	73
Tabla 5.2-2: Parámetros de limpieza – Mina Chipmo	74

Tabla 5.2-3: Parámetros de transporte – Mina Chipmo	74
Tabla 5.2-4: Estudio de tiempos en equipo de carguío y acarreo en la zona Nazareno.	75
Tabla 5.2-5: Estudio de tiempos en equipo de transporte en la zona Nazareno.....	76
Tabla 5.2-6: Parámetros del ciclo del Scooptram	82
Tabla 5.2-7: Promedio de horas mensuales registradas de los Scooptram de 4.2 Yd3	82
Tabla 5.2-8: Indicadores de rendimiento de los Scooptram de 4.2 Yd3, periodo de prueba ...	83
Tabla 5.2-9: Indicadores de rendimiento de Scooptram 4.2 Yd3 – Acumulado.....	84
Tabla 5.2-10: Parámetros obtenidos en el estudio de tiempos a los Dumper MT2010.....	86
Tabla 5.2-11: Promedio de horas mensuales registradas de los Dumper MT 2010.....	86
Tabla 5.2-12: Indicadores de rendimiento de los Dumper MT2010	87
Tabla 5.2-13: Indicadores de rendimiento de Dumper MT2010 – Acumulado.....	88
Tabla 5.2-14: Costo Horario de Scooptram 4.2 yd3	93
Tabla 5.2-15: Costo horario de Dumper MT 2010	94
Tabla 5.2-16: Costo de equipos en el periodo de prueba	95
Tabla 6.1-1: Comparativo de egresos en equipos.	100
Tabla 6.3-1: Rendimiento de Scooptram 4.2 Yd3 medido y estándar mina Chipmo.	104
Tabla 6.3-2: Rendimiento de Dumper MT2010 medido y estándar mina Chipmo.....	105

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.2-1: Diagrama de Pareto	12
Gráfico 2.2-2: Análisis de Causa - Efecto.....	12
Gráfico 5.1-1: Curva “S” de los costos 2017 – G&R	63
Gráfico 5.1-2: Diagrama de Pareto de egresos 2017.....	66
Gráfico 5.1-3: Resumen mensual de horas de operación, Scooptram 4.2 Yd3.....	68

Gráfico 5.1-4: Grafica de las horas de operación de los Dumper MT2010 de 10 Ton.	69
Gráfico 5.1-5: Diagrama de causa – efecto bajo rendimiento de los equipos.....	72
Gráfico 5.2-1: Estudio de tiempos en equipos de carguío y acarreo en el nivel 3340	75
Gráfico 5.2-2: Estudio de tiempos en equipos de transporte en el nivel 3340.....	76
Gráfico 5.2-3: Horas de operación vs. Horas ejecutadas - Scooptram.....	84
Gráfico 5.2-4: Grafico de la Disponibilidad Vs Utilización - Promedio	85
Gráfico 5.2-5: Grafico de la Disponibilidad Vs Utilización - Acumulado	85
Gráfico 5.2-6: Horas de operación vs. Horas ejecutadas - Scooptram.....	88
Gráfico 5.2-7: Grafico de la Disponibilidad Vs Utilización - Promedio	89
Gráfico 5.2-8: Grafico de la Disponibilidad Vs Utilización - Acumulado	89
Gráfico 6.1-1: Horas de operación de los Scooptram 4.2 YD3.	97
Gráfico 6.1-2: Horas de operación de los Dumper MT2010	97
Gráfico 6.1-3: Disponibilidad – Scooptram 4.2 Yd3.	98
Gráfico 6.1-4: Disponibilidad – Dumper MT2010.	98
Gráfico 6.1-5: Utilización – Scooptram 4.2Yd3.	99
Gráfico 6.1-6: Utilización - Dumper MT2010.....	100
Gráfico 6.1-7: Comparativo de egresos en los equipos.....	101
Gráfico 6.3-1: Rendimiento de Scooptram 4.2 Yd3 medido vs estándar.....	104
Gráfico 6.3-2: Rendimiento de Dumper MT2010 medido vs estándar.....	105

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 2.2-1: Ciclo de mejora continua – Ciclo PDCA.....	10
Imagen 2.3-1: Pasos para la formulación de Indicadores de desempeño.....	16

Imagen 2.5-1: Elementos considerados en la determinación del coto horario.....	24
Imagen 3.1-1: Rutas de acceso a la mina Chipmo, U.E.A. Orcopampa	39
Imagen 3.3-1: Plano Geológico del Distrito de Orcopampa.	42
Imagen 3.3-2: Plano Estructural de Chipmo	43
Imagen 3.3-3: Plano de Alteraciones Hidrotermales de Chipmo.....	44
Imagen 3.3-4: Mineralización del Oro, Veta Nazareno, Mina Chipmo.....	45
Imagen 3.4-1: Sección Longitudinal Veta Nazareno, mina Chipmo	46
Imagen 3.4-2: Labores de desarrollo y preparación.....	47
Imagen 3.4-3: Tipos de perforación por Corte y Relleno Ascendente, Mina Chipmo	48
Imagen 3.4-4: Equipo de carguío y acarreo de bajo perfil, CAT R1300G	49
Imagen 3.4-5: Camión de bajo perfil, Dumper MT2010 (Atlas Copco).....	49
Imagen 3.4-6: Relleno en mina Chipmo.	52
Imagen 3.4-7: Ventilación principal, circuito de ventilación de Nazareno este y oeste	53
Imagen 3.4-8: Ventilación Auxiliar, Ventilador de 35000 CFM.....	54
Imagen 5.2-1 Formato de reporte diario de operación - Scooptram	78
Imagen 5.2-2: Formato de reporte diario de operación - Dumper	79
Imagen 5.2-3: Capacitación a operadores por Compañía	80
Imagen 5.2-4: Pizarra de distribución de equipos	81
Imagen 5.2-5: Programa de Mantenimiento - Scooptram.....	92
Imagen 6.4-1: Prueba de hipótesis para la productividad del Scooptram 4.2 Yd3.	107
Imagen 6.4-2: Estadístico de prueba para el rendimiento del Scooptram 4.2 Yd3.	109

CAPITULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

“DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE RENDIMIENTO EN EQUIPOS DE CARGUÍO, ACARREO Y TRANSPORTE PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN MINA CHIPMO, U.E.A. ORCOPAMPA DE CÍA. DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. – AREQUIPA”

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD DEL PROBLEMA

Cía. de minas Buenaventura continúa con la explotación de la mina Chipmo en la U.E.A. Orcopampa, ubicado en el distrito y provincia de Castilla, departamento de Arequipa. Actualmente explota el yacimiento mediante el método de explotación de Corte y Relleno Ascendente Mecanizado para lo que se viene ejecutando labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación en los diferentes niveles del yacimiento, mediante contratistas especializadas.

La contrata especializada G&R, explota la zona Nazareno para el cumplimiento de la producción anual estimada por el área de ingeniería y planeamiento de la mina Chipmo; para lo que es necesario cumplir con los programas de producción mensual y avance lineal los cuales pueden verse afacetados por una serie de factores internos y externos.

Durante el análisis inicial realizado en el mes de enero del 2018, se han encontrado deficiencias en el ciclo de carguío, acarreo y transporte debido a que el último semestre del 2017 se observa un incremento de los costos de los equipos y maquinarias, lo que se ve reflejado en el indicador financiero EBIDTA y en el bajo rendimiento de los equipos de carguío, acarreo y transporte, lo que se debe principalmente a la baja operatividad, distribución deficiente y falta de control de los equipos.

De acuerdo al análisis inicial, las deficiencias en el sistema de carguío, acarreo y transporte se deben principalmente a las siguientes causas detectadas:

- a) Falta definición y control de los rendimientos de los equipos.
- b) Indicadores de rendimiento por debajo del estándar establecido por Compañía.
- c) Mal manejo y distribución de los equipos por parte de la supervisión.
- d) No se conoce los tiempos reales del ciclo de carguío, acarreo y transporte.
- e) Falta de operador.
- f) Espera de Dumper / Scooptram.
- g) Cola en la cámara de carguío.
- h) Mala coordinación / falta de orden de trabajo.
- i) Falta de frente de trabajo.
- j) El re manipuleo de material por la falta de transporte de los mismos.
- k) Eficiencia del operador por debajo del estándar establecido.

- l) Costumbre por parte de los operadores de no realizar el check list de los equipos.
- m) Costumbre de los operadores de no realizar un reporte de operación detallada.
- n) Costumbre de los operadores de no reportar las fallas de los equipos a tiempo.
- o) No se sigue el plan de mantenimiento programado.
- p) Paradas prolongadas por inspección y engrase
- q) No se tiene repuestos mayores en stock.
- r) Equipos demasiado antiguos a falta de su overhaul.

De lo indicado; se propone determinar un conjunto de indicadores de rendimiento, KPI's, que serán utilizados para medir el rendimiento real de los equipos de carguío, acarreo y transporte e incrementar la productividad de los equipos de carguío, acarreo y transporte en mina Chipmo, con el objeto de hacer más eficiente y menos costoso el ciclo de carguío, acarreo y transporte de mineral o desmonte de acuerdo a los estándares definidos por Cía. De Minas Buenaventura.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo Determinar Indicadores de Rendimiento para mejorar la productividad de los equipos de carguío, acarreo y transporte en la zona Nazareno de Mina Chipmo, en U.E.A. Orcopampa de Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. - Arequipa?

1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- A.** ¿Cuáles son los parámetros involucrados para determinar los Indicadores de Rendimiento de los equipos de carguío, acarreo y transporte en la zona Nazareno?
- B.** ¿Cuál es el tiempo real del ciclo de carguío, acarreo y transporte de los equipos en la zona Nazareno?

- C. ¿Cuál es el costo real del ciclo de carguío, acarreo y transporte de los equipos utilizados en la zona Nazareno?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar Indicadores de Rendimiento para mejorar la productividad de los equipos de carguío, acarreo y transporte en la Zona Nazareno de Mina Chipmo, en U.E.A. Orcopampa de Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. – Arequipa.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A. Determinar los parámetros necesarios para determinar los indicadores de rendimientos de equipos de carguío, acarreo y transporte a través de observaciones y toma de tiempos en campo en la zona Nazareno.
- B. Determinar el tiempo real del ciclo de carguío, acarreo y transporte en equipos en la zona Nazareno.
- C. Determinar el costo real del ciclo de carguío, acarreo y transporte para identificar los procesos que necesitan aplicar los principios de mejora continua en la zona Nazareno.

1.5. JUSTIFICACIÓN

La importancia del desarrollo e implementación del presente trabajo de investigación radica en el mejoramiento de la situación actual del proceso productivo de carguío, acarreo y transporte de la zona Nazareno a través de la “**Determinación de indicadores de rendimiento en equipos de carguío, acarreo y transporte para mejorar la productividad en mina Chipmo, U.E.A. Orcopampa de Cía. de minas Buenaventura**”.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación no tiene limitación en el proceso de su ejecución, ya que se cuenta con el apoyo de la Cía. de minas Buenaventura y la empresa contratista minera G&R para realizar el estudio de tiempos de carguío, acarreo y transporte.

Él estudio no abarca el transporte del mineral o desmonte a superficie, que se realiza mediante un pique; abarca el transporte de mineral o desmonte desde el frente de trabajo hasta los echaderos principales de mineral o desmonte ubicadas en los niveles principales; así como no abarca el proceso productivo de Perforación y Voladura.

1.7. HIPÓTESIS

1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL

La determinación de Indicadores de rendimiento permitirá mejorar la productividad de los equipos de carguío, acarreo y transporte en la zona Nazareno en la mina Chipmo en U.E.A. Orcopampa de Cía. De Minas Buenaventura S.A.A.

1.7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- A.** Conocer el costo del ciclo de carguío, acarreo y transporte nos permitirá identificar los procesos necesarios de aplicar los principios de mejora continua.
- B.** Conocer el tiempo del ciclo de carguío, acarreo y transporte facilitará la determinación de los parámetros necesarios para calcular los Indicadores de Rendimiento de los equipos de carguío, acarreo y transporte.

1.8. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Para determinar indicadores de rendimiento para equipos de carguío, acarreo y transporte, y mejorar la productividad en la mina Chipmo se tiene variables dependientes e independientes que se identifican para la investigación:

1.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Indicadores de Rendimiento de equipos de Carguío, Acarreo y Transporte

1.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Mejoramiento de la productividad de los equipos de carguío, acarreo y transporte.

1.8.3. DEFINICIÓN OPERATIVA DE VARIABLES

Tabla 1.8-1: Definición Operativa de variables

TIPO DE VARIABLE		INDICADORES
Variable Independiente	Indicadores de Rendimiento de equipos de Carguío, Acarreo y Transporte.	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad (%) - Utilización (%) - Tiempo Promedio Entre Averías (MTBF) - Tiempo Promedio para Reparar (MTTR)
Variable Dependiente	Mejoramiento de la Productividad de los equipos de carguío, acarreo y transporte.	<ul style="list-style-type: none"> - Ton/hora – Acarreo y Carguío - Ton/hora – Transporte - Costo horario – Acarreo y Carguío (S/. / hora) - Costo horario – Transporte (S/. / hora) - Flota óptima de Scooptram y Dumper

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En base a investigaciones realizadas en artículos, publicaciones existentes y trabajos de grado sobre KPI's y Productividad en equipos en minería subterránea, se respaldaron los conocimientos previos y se tomaron algunas referencias para el inicio del estudio realizado, las cuales se muestran a continuación:

- a) El artículo intitulado “Gestión de la Productividad total en Minería” de Horinson Gilvert Bernaola Chávez, concluye que:
 - “El ciclo de la productividad está conformada por las actividades de medición, evaluación, planeación y mejora de la productividad; la evaluación es una comparación de los logros obtenidos frente a los niveles planeados, como también frente a los valores registrados en el pasado por la empresa y los verificados por empresas competidoras; la

planeación de la productividad trata con los niveles de determinación de la productividad, persiguiendo la mejora en la performance de los diversos indicadores tanto en el corto como en el largo plazo, a los efectos de mejorar la productividad y rentabilidad de la organización. (CHÁVEZ, pág. 68)

b) En el estudio de investigación intitulada: “Estudio de Caso para la Optimización de las Operaciones Unitarias que Intervienen en la Excavación de los Túneles 2 y 3 del Proyecto Nuevo Nivel Mina con Pendientes de 22%”, concluye que:

- Las operaciones unitarias que mayor influencia tienen en el ciclo de minado son: La extracción de Material que representa un 16% del ciclo total, la perforación y la voladura un 8% y las pérdidas generales asociadas al ciclo 38%. (MATOS ECHEVARRÍA, 2015, pág. 88)

c) En la tesis titulada “Gestión en las Operaciones de Transporte y Acarreo para el Incremento de la Productividad en Cía. Minera Condestable S.A.” de Zoila Lilian Baldeón Quispe, menciona que:

- Es importante contar con un departamento de productividad, para la mejora de los procesos y procedimientos establecidos; de lo contrario, la operación se hará rutinaria disminuyendo de esta manera su valor a través del tiempo.
- Los estándares y los KPI son piezas clave para poder realizar una gestión minera apropiada.
- No necesariamente el que nuestros resultados hayan sido buenos, y que en estos dos últimos años se haya progresado de forma considerable en cuanto a, los controles, índices, procesos, procedimientos se debe tener una postura conformista, muy por el contrario; no se debe de bajar la guardia y proseguir con la mejora continua, basándonos

en programas y evaluaciones constantes mediante la retroalimentación, teniendo como experiencia previa estos dos últimos años. (BALDEON QUISPE, 2011)

2.2. PRINCIPIOS DE GESTIÓN DE CALIDAD

La calidad aparece como principio de una empresa en el siglo XXI y se encuentra vinculado a aquella organización que busca consolidarse, crecer y desarrollarse para tener éxito. Los principios de gestión de calidad son las grandes premisas que se utilizan para transmitir por la alta dirección de la organización. (INSTITUTO MEXICANO DE CONTADORES PÚBLICOS, 1997)

Ocho principios de la gestión de la calidad:

- A. Principio 1:** Enfoque al Cliente
- B. Principio 2:** Liderazgo
- C. Principio 3:** Participación del personal
- D. Principio 4:** Enfoque basado en procesos
- E. Principio 5:** Enfoque de sistemas para la gestión
- F. Principio 6:** Mejora continua
- G. Principio 7:** Enfoque basado en hechos para la toma de decisión
- H. Principio 8:** Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor

La aplicación de diferentes principios de gestión de calidad no sólo proporciona beneficios directos, sino que hace una importante contribución a la gestión de los costos y riesgos. (ESCUELA EUROPEA DE EXCELENCIA, 2017)

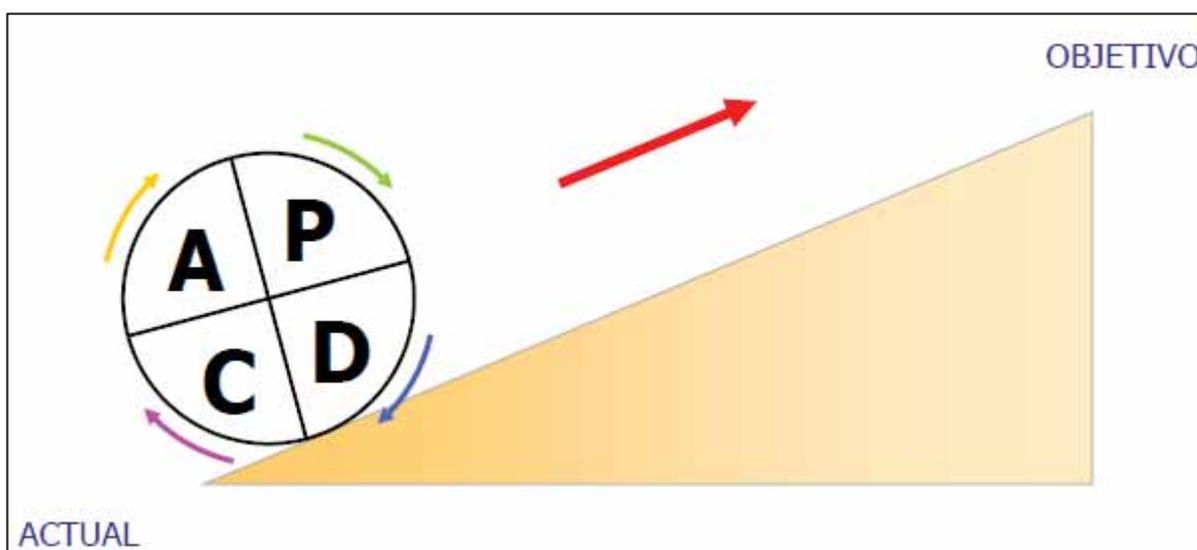
2.2.1. MEJORA CONTINUA

La mejora continua forma parte de los principios de la gestión de calidad, el cual tiene como objetivo permanente mejorar de manera continua el desempeño general de una organización. La mejora continua de los procesos se consigue con el ciclo PDCA (en español PHVA – Planificar, Hacer, Verificar y Actuar).

2.2.2. CICLO PDCA (Plan, Do, Check and Act)

El ciclo P.D.C.A. (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), presentada por Deming; es un ciclo dinámico que puede desarrollarse dentro de cada proceso de la organización y en el sistema de procesos como un todo. Está íntimamente asociado a la planificación, implementación, control y mejora continua. El ciclo Deming o P.D.C.A. dinamiza la relación entre el hombre y los procesos y busca su control con base a su establecimiento, mantenimiento y mejora de estándares. El control se define como todas las actividades necesarias para alcanzar eficiente y económicamente todos los objetivos a largo plazo. (AYUNI & MATHEUS, 2009)

Imagen 2.2-1: Ciclo de mejora continua – Ciclo PDCA



Fuente: Taller de mejora continua, Volcan 2010.

La metodología P.D.C.A. consiste en la aplicación de un proceso estructurado en 4 fases:

- **Planear (Plan):** Es establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.
- **Hacer (Do):** Es la fase donde se realiza todo lo que se ha planeado, donde se implementa la mejora
- **Verificar (Check):** Realizar el seguimiento y medir los procesos y los productos contra las políticas, los objetivos y los requisitos del producto. Es la fase donde se analiza si se han obtenido los resultados deseados y analizar que queda aún por mejorar
- **Actuar (Act):** Tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos. Estandarizar la mejora sino volver al paso hacer.

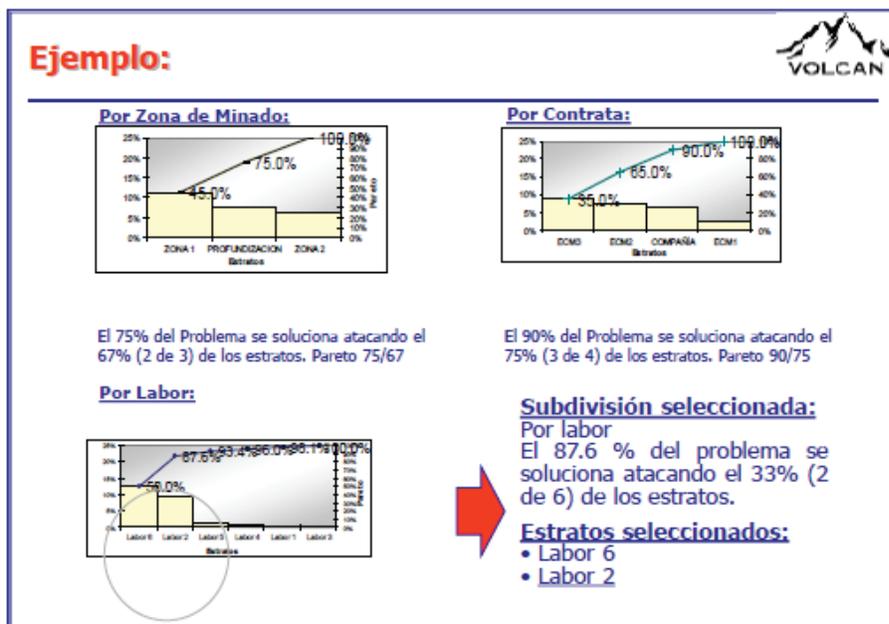
2.2.3. HERRAMIENTAS DE MEJORA CONTINUA

2.2.3.1. Diagrama de Pareto

“También llamado curva 80-20 o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras.

Permite, pues, asignar un orden de prioridades.” (VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A.)

Gráfico 2.2-1: Diagrama de Pareto

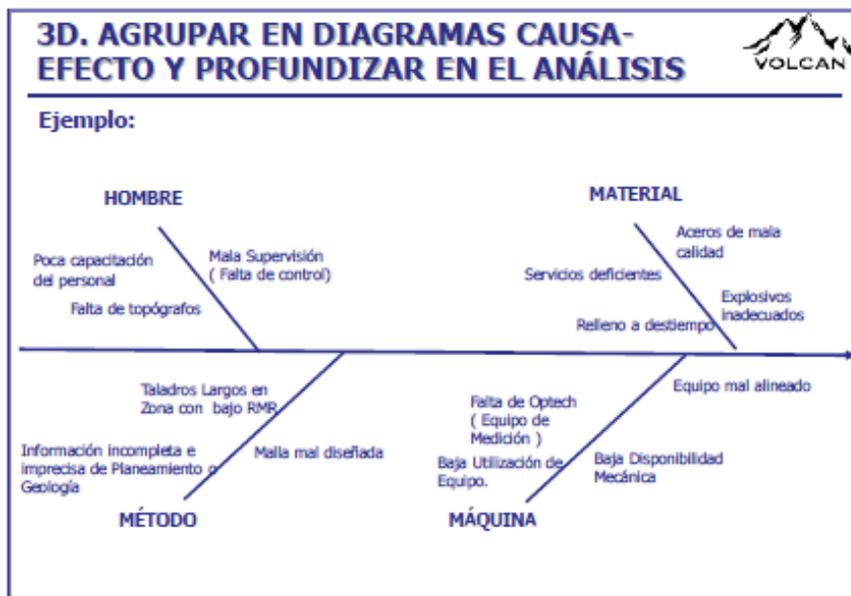


Fuente: Taller de Proyecto de Mejora - Volcan

2.2.3.2. Análisis Causa -Efecto

“Es un gráfico que muestra las relaciones entre una característica y sus factores o causas”

Gráfico 2.2-2: Análisis de Causa - Efecto



Fuente: Taller de Proyecto de Mejora – Volcan.

2.2.3.3. Tormenta de ideas

La tormenta de Ideas o “Brainstorming” es una técnica de grupo utilizada para la obtención de un gran número de ideas sobre un determinado tema de estudio.

2.2.3.4. Hoja de Verificación

Es un instrumento para vigilar el cumplimiento de los estándares establecidos para una etapa dentro de un proceso de cualquier tipo. Las hojas de verificación hacen posible tener información precisa sobre la operación de los diferentes procesos derivados de los proyectos de mejora

2.3. DEFINICIÓN DE INDICADORES DE DESEMPEÑO

Los indicadores de desempeño son instrumentos que proporcionan información cuantitativa sobre el desenvolvimiento y logros de una institución, programa, actividad o proyecto a favor de la población u objeto de su intervención, en el marco de sus objetivos estratégicos y su Misión. Los indicadores de desempeño establecen una relación entre dos o más variables, que, al ser comparados con periodos anteriores, productos similares o metas establecidas, permiten realizar inferencias sobre los avances y logros de las instituciones y/o programas. (BONNEFOY & ARMIJO, 2005)

2.3.1. INDICADORES DE GESTIÓN EN LA INDUSTRIA MINERA

Los indicadores de gestión son esencialmente métricas que permiten controlar los procesos de la organización y reflejar su desempeño. La clave está en encontrar indicadores gestionables que sean apropiados y sobre los cuales se pueda tomar decisiones para mejorar el desempeño de cada proceso. El riesgo de caer en la medición de todo lo que existe en la empresa, solo genera ineficiencia, eleva los costos y no agrega valor al negocio. Por esa razón es tan importante una cuidadosa y selectiva selección previa de los indicadores que realmente representan el

comportamiento de los procesos y sobre los cuales la gerencia de la operación pueda actuar en forma efectiva y segura para mejorar el desempeño de la industria minera.

Los indicadores que utilizamos en la minería pueden ser pre concurrentes, concurrentes o post concurrentes según la parte del proceso que se está midiendo, a la entrada, en la transformación o en la salida de productos o servicios a otros procesos o hacia el cliente final. A continuación, presentamos a manera de ejemplo, algunos de los principales indicadores que se usan en la operación de la industria minera:

- **Indicadores de perforación:** (metros perforados-/hombre-guardia), (kg de acero de perforación/hombre-guardia), etc.
- **Indicadores de voladura:** (m³ mineral /disparo), (kg explosivo/TM mineral), etc.
- **Indicadores de carguío:** (Disponibilidad, Utilización, %), ((TM cargadas/hora-máquina), (m³ cargados/hora), etc.
- **Indicadores de transporte:** (Disponibilidad, Utilización, %), (costo/km-TM), (gal D₂/TM transportada), etc.
- **Indicadores de ventilación:** (m³ aire/persona-turno), (tiempo de ventilación/tiempo del ciclo), etc.
- **Indicadores de bombeo:** (galones bombeados/kw-h-turno), (galones bombeados/hora-máquina de bomba), etc.
- **Indicadores de chancado:** (kw-h/TM chancada), (TM chancadas/turno), etc.
- **Indicadores de sostenimiento:** (pernos Split set/metro de avance), (m³ schotcrete/metro de avance), etc.
- **Indicadores de molienda:** (kw-h/TM molida), (kg bolas de acero/TM molida), etc.

- **Indicadores de concentración:** (kg de reactivo/TM mineral), (TM de concentrado/TM mineral), etc.
- **Indicadores de lixiviación:** (gr NaCN/Onza de oro), (m³ de solución recirculada/kw-h-turno), etc.
- **Indicadores de fundición:** (kg doré/kw-h-turno), (Kg fundentes/Kg doré), etc.
- **Indicadores de mantenimiento:** (MTBF: Tiempo promedio entre fallas, MTTB), (MTTR: Tiempo promedio para reparar), (Índice de disponibilidad mecánica de equipos), etc.
- **Indicadores de seguridad industrial:** (Índice de Frecuencia), (Índice de Severidad), (Índice de Accidentabilidad)
- **Indicadores de gestión ambiental:** (m³ agua/Onza), (kw-h globales/TM), (Kg residuos sólidos industriales/TM de concentrado), etc.
- **Indicadores de relaciones comunitarias:** (% de empleo local en la mina), (% de compras locales), (proporción de proyectos de desarrollo nuevos), etc.
- **Indicadores del negocio:** EBITDA/Onza, Cash Cost/Onza, Capex/Onza, etc.

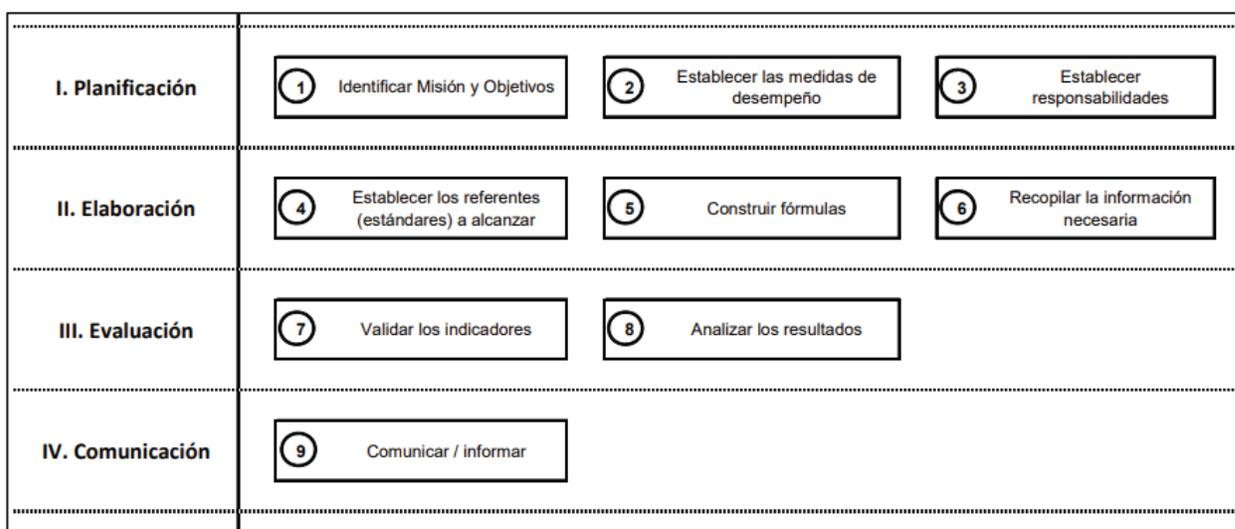
Como puede apreciarse la mayoría de las métricas están concentradas en medir la relación entre la entrada y la salida de cada proceso o en otros casos en el rendimiento en función al principal recurso utilizado para lograr desarrollar el proceso. En este contexto el juego de indicadores que la organización requiere puede ser muy amplio y depende en todo momento de la naturaleza y escala de cada operación por lo que es muy importante planificar previamente y si es posible desde el diseño una adecuada selección de los mismos que permita garantizar una mejor gestión sobre los procesos en los cuales estamos involucrados. La clave es lograr la mejor combinación posible

para garantizar la mayor rentabilidad operacional, ambiental, administrativa, financiera y social con el menor riesgo posible y la mayor productividad efectiva. (SCHWARZ, 2012)

2.3.2. FORMULACIÓN DE INDICADORES DE RENDIMIENTO

La formulación de indicadores de rendimiento sigue una secuencia de análisis que se inicia con la identificación de las definiciones fundamentales del planeamiento estratégico del accionar de las entidades tales como la Misión, los Objetivos y los productos principales. Requiere asimismo del establecimiento de las medidas del desempeño, determinación de responsabilidades, valores de referencia, definición de fórmulas, recopilación de información, comunicación de los mismos al personal de la entidad, entre otros. (BONNEFOY & ARMIJO, 2005)

Imagen 2.3-1: Pasos para la formulación de Indicadores de desempeño



Fuente: Adaptado de Bonnefoy y Armijo, 2005

2.3.3. INDICADORES DE RENDIMIENTO

2.3.3.1. ETAPA DE PLANIFICACIÓN

1. Identificación y/o revisión de misión, objetivos estratégicos y productos principales:

Los objetivos del área de Operaciones Mina, Productividad, Costos y Mantenimiento deben estar alineados con los objetivos de la Cía. y de la Contrata, para de esta manera estar alienados con los objetivos de la compañía minera. Dado que el objetivo de los indicadores de desempeño es proveer información sobre el accionar de las organizaciones y sobre el grado de cumplimiento de sus objetivos estratégicos (institución, programa, proyecto o actividad), la formulación de estos debe partir de la identificación y/o revisión de la Misión, los Objetivos Estratégicos (generales y específicos) y los principales productos. En general esta información se basa en el contenido de los planes estratégicos respectivos.

2. Definición de las medidas de desempeño: (SANDOVAL & MALAGA, 2009)

Los términos empleados en nuestras definiciones y las mediciones de tiempo deben basarse en el calendario, tal como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 2.3-1: Definición de términos y mediciones en base al tiempo calendario

<i>Tiempo Total Programado (TTP)</i>				
<i>Tiempo Disponible (TD)</i>			<i>Tiempo de Mantenimiento (TM)</i>	
<i>Tiempo de Operación (TO)</i>		<i>Tiempo en Espera de Operación (TEO)</i>	<i>Mantenimiento Programado (MP)</i>	<i>Mantenimiento No Programado (MNP)</i>
<i>Tiempo Neto de Operación (TNO)</i>	<i>Demora en Operación (DO)</i>			

Fuente: Calculo de indicadores Xstrata Tintaya S.A.

- **Tiempo Total Programado (TTP)**, Se define como el Tiempo Total al tiempo de horas en el período, es decir 12 horas por guardia y 24 horas por día.
- **Tiempo Disponible (TD)**, Es el total de horas en que el equipo está disponible para ser usado.
 - **Tiempo en Espera de Operación (TEO)**, Es el total de horas en que el equipo está disponible para ser usado, pero no está siendo usado.
 - **Tiempo de Operación (TO)**, Es el total de horas en que el equipo tiene un operador asignado y estar operando productivamente o no; se considera el funcionamiento del motor (Horómetro inicial y Horómetro final).
 - **Tiempo Neto de Operación (TNO)**, Es el total de horas en que el equipo está operando productivamente.
 - **Demoras Operativas (DO)**, Es el total de horas en que el equipo tiene un operador asignado, pero no está operando productivamente.
- **Tiempo de Mantenimiento (TM)**, Es el total de horas en el que el equipo No está disponible para ser usado; por averías o por paradas programadas.
 - **Inspección y engrase (IE)**, Es el total de horas empleadas en el engrase de las principales juntas del equipo antes de iniciar la operación diaria.
 - **Mantenimiento Programado (MP)**, Es el total de horas en que el equipo no está disponible debido a tiempos improductivos programados para su mantenimiento, (Mantenimiento Preventivo).
 - **Mantenimiento no Programado (MNP)**, Es el total de horas en que el equipo ha sido programado para ser usado, pero no está disponible debido a una avería. (Mantenimiento Correctivo)

NF: Número de fallas (Mantenimiento no Programado)

3. Establecimiento de responsabilidades

Los indicadores de desempeño se encuentran asociados al cumplimiento o logro de un objetivo o producto de la organización; por lo que estos deberán ser asumidos por alguna área específica, para que ésta sea responsable de realizar las acciones necesarias para su cumplimiento. En tal sentido, una vez identificado el objeto de la medición, se deben establecer las responsabilidades dentro de la institución para el seguimiento del indicador y el logro de los valores definidos para la meta.

2.3.3.2. ETAPA DE ELABORACIÓN

4. Establecimiento de referentes y valores a alcanzar

Los objetivos internos son de interés propio del área, dependen de las competencias y recursos de mantenimiento. El planteamiento de estas responsabilidades debe estar en función de mejorar la eficiencia de los procesos internos. Los compromisos como el aumento de la disponibilidad y la utilización de las máquinas, la confiabilidad, la disminución del tiempo medio entre fallas, son algunos objetivos internos que se deben plantear para lograr una gestión de productividad exitosa.

Tabla 2.3-2: Rango de indicadores establecidos por Compañía.

INDICADORES SEGÚN DISPOSICIÓN CIA EN PRUEBA					
INDICADOR DE DISPONIBILIDAD (%)			INDICADOR DE UTILIZACION (%)		
CONDICION	RANGO (%)	MOTIVO	CONDICION	RANGO(%)	MOTIVO
BAJO CONTROL 	$93 \leq \text{INDICE} \leq 100$	Valores de indice ubicados dentro del rango de control	ALTO 	$75 \leq \text{INDICE} \leq 100$	Utilizacion ubicadas dentro del rango de control
FUERA DE CONTROL (REGULAR) 	$85 \leq \text{INDICE} < 93$	Valores ubicados en un rango medio de control se deben tomar acciones preventivas	MEDIO 	$40 \leq \text{INDICE} < 75$	Valores ubicados dentro de un rango medio de control se deben tomar acciones para elevar el indice, no se genera ganancia
FUERA DE CONTROL (CRITICO) 	$0 < \text{INDICE} < 85$	Valores ubicadas fuera del rango, posible parada de maquina, se debe tomar acciones correctivas	BAJO 	$0 < \text{INDICE} < 40$	Valores ubicadas fuera del rango, utilizacion de la maquina, no rentable, ni productiva, perdida en proceso
INDICADOR DE MTBF (TIEMPO MEDIO ENTRE PARALIZACIONES)			NUMERO DE FALLAS		
CONDICION	RANGO (%)	MOTIVO	CONDICION	RANGO(%)	MOTIVO
BAJO CONTROL 	$60 \text{ HORAS} \leq \text{MAS}$	Valor de indice ubicados dentro del rango de control	ALTO 	$1 < \text{INDICE} \leq 3$	fallas dentro del rango establecido
FUERA DE CONTROL (REGULAR A CRITICO) 	$0 < \text{INDICE} < 60$	Valores ubicados fuera de rango de control se deben tomar acciones correctivas	MEDIO 	$3 < \text{INDICE} \leq 6$	valores ubicados dentro del rango de control se requiere tomar acciones preventivas
			BAJO 	$6 < \text{INDICE} \text{ A MAS}$	valores ubicados fuera del rango de control, paradas inminentes se requiere tomar acciones correctivas

Fuente: Estándar establecido por planeamiento mina.

5. Construcción de la formula o el algoritmo

A. Disponibilidad (A)

Es sin duda el indicador más importante en el sistema de transporte, corresponde al tiempo en el que el equipo está disponible para ser usado con respecto al tiempo total programado. Nos indica que porcentaje del tiempo total el equipo está operativo.

$$\text{Disponibilidad (A)} = \frac{\text{Tiempo total Programado (TTP)} - \text{Tiempo de Mantenimiento (TM)}}{\text{Tiempo Total Programado (TTP)}}$$

B. Utilización / Uso de la Disponibilidad (UA)

Es el tiempo neto operativo con respecto al tiempo disponible del equipo. Nos indica que porcentaje del tiempo disponible el equipo es utilizado en la producción, no se considera la inspección y engrase del equipo.

$$\text{Utilización (UA)} = \frac{\text{Tiempo de Operación (TO)}}{\text{Tiempo Total Programado (TTP)} - \text{Tiempo de Mantenimiento (MP)}}$$

C. Tiempo medio entre falla (MTBF – Mind Time Between Failure)

Es el tiempo promedio en horas entre interrupciones en la producción ocasionadas por eventos de pérdidas por averías mientras el equipo está siendo utilizado productivamente. Nos permite conocer la frecuencia con que suceden las averías.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo de Operación (TO)}}{\text{Número de Fallas}}$$

D. Tiempo medio de reparación (MTTR – Mind Time To Repair)

Es el tiempo promedio ocupado para reparar un evento de pérdida por avería. No se incluyen las reparaciones efectuadas debido a tareas de mantención planificadas y programadas. Esta medida indica la facilidad del equipo de reparación y la efectividad de los recursos de movilización cuando ocurre una falla por avería.

Nos permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución:

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo de Mantenimiento no Programado (MNP)}}{\text{Número de Fallas (NF)}}$$

6. Recopilación de información

En esta etapa se deben determinar todos aquellos mecanismos que contribuyen con la elaboración del indicador, desde la información en sí, hasta de ser el caso, el sistema de generación de la información. Asimismo, se debe determinar el tipo de información necesaria para la elaboración de los indicadores, es decir si ésta es de tipo contable, operacional o de resultados (producto de una evaluación).

2.3.3.3. ETAPA DE EVALUACIÓN

7. Validación de indicadores

En esta etapa de validación, una vez que los indicadores ya se encuentran determinados, se deben considerar diferentes criterios técnicos que aseguren la calidad, confiabilidad y transparencia del indicador para la adecuada toma de decisiones.

8. Análisis de resultados

Los resultados de los indicadores se compararán en relación a la meta o al valor a alcanzar propuesto, así como en relación a los parámetros determinados. A partir de ello, se podrán determinar ajustes sobre las metas para periodos futuros, modificaciones a la asignación de recursos, así como, la validez de los programas o actividades monitoreados a través de los indicadores. Asimismo, se podrá evaluar la pertinencia o no del indicador, y las causas de los desvíos entre la meta planteada y el resultado obtenido

2.3.3.4. ETAPA DE COMUNICACIÓN

9. Comunicar / informar

Los indicadores diseñados deberán ser comunicados oportunamente a los diferentes agentes involucrados en el quehacer de la institución, tanto a nivel interno como externo, como una manera de transparentar la gestión. La comunicación se refiere tanto a los indicadores, como a los resultados de los mismos, dependiendo de su periodicidad. Cabe señalar que la información que se proporcione debe ser simple, directa y verificable.

2.4. PRODUCTIVIDAD DE EQUIPOS

La productividad es la capacidad de producir más con menos recursos. Esto redundará en un costo bajo, mediante la cantidad adecuada de equipos ya sea de carguío como de transporte que permita presupuestos menores. El acarreo y transporte de mineral es uno de los rubros importantes en la estructura de costos en la operación de la mina y uno de los aspectos que muchas veces no se toma en cuenta es el de la distribución de equipo. (GARCIA CANTU, 1995)

$$\frac{S/.}{m^3} = \frac{S/. / Hr}{m^3/Hr} = \frac{Costo Horario}{Productividad}$$

2.4.1. FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO

- Iluminación.
- Granulometría del material a cargar (colpas muy grandes disminuyen factor de llenado).
- Vías de tránsito y tráfico.
- Áreas de carga y descarga.
- Ventilación (polvo y falta de oxígeno).
- Interferencias con otras operaciones mineras, tales como voladura secundaria.

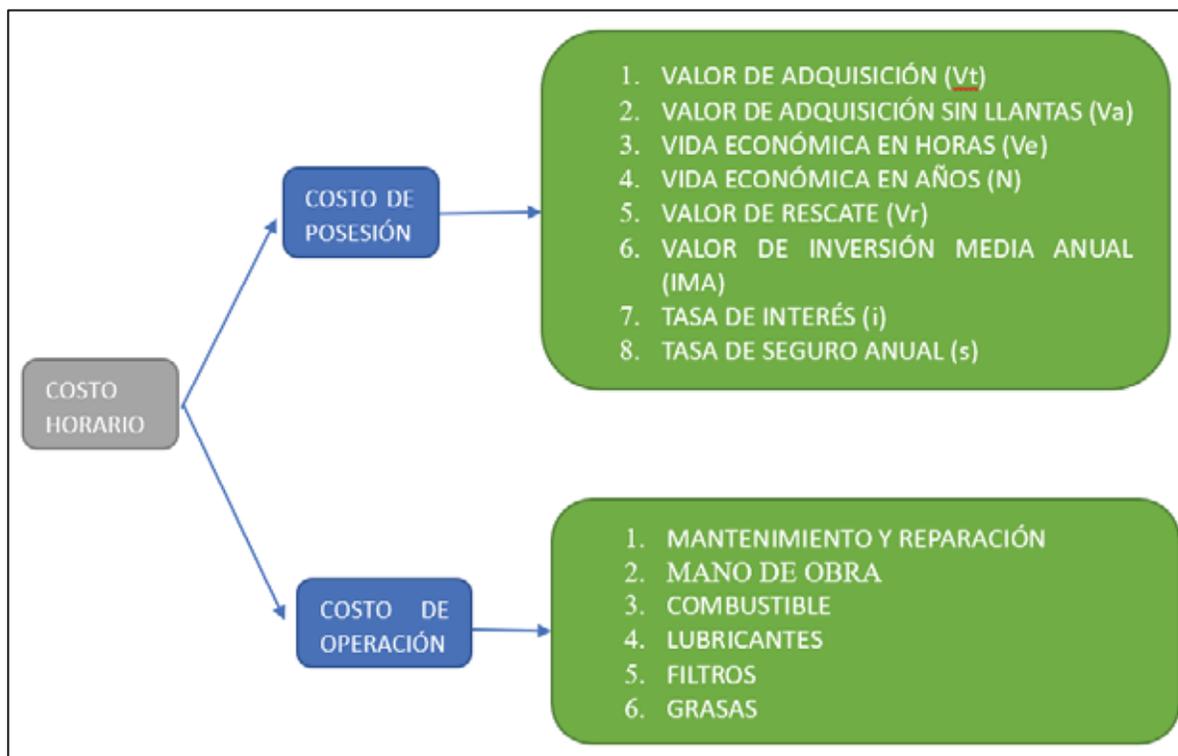
2.5. COSTO HORARIO DE EQUIPOS

El costo horario de los equipos que intervienen en proceso de carguío, acarreo y transporte constituyen elementos de la estructura de costos, que tiene gran implicancia dentro del proceso productivo de la minería. Con el desarrollo con el que se viene dando a nivel nacional e internacional, es necesario brindar un marco básico que organice, aclare y facilite la determinación de este costo en el proceso productivo. (VELASQUEZ TAIPE, COSTO PROPIEDAD Y OPERACIÓN HORA DEL SCOOP , 2011)

2.5.1. ELEMENTOS EN EL CÁLCULO DEL COSTO HORARIO

Un equipo debido a su uso tiene un desgaste natural; y va perdiendo su valor a través del tiempo, por lo que su propietario deberá de preparar sistemáticamente un fondo que permita restituir oportunamente dicho equipo por uno nuevo o repotenciar dicho equipo.

Imagen 2.5-1: Elementos considerados en la determinación del coto horario



Fuente: Elaboración propia

2.5.1.1. Elementos del costo de Posesión

A. Valor de adquisición (Va)

Es el valor por el que se registra contablemente una compra, es importante diferenciar entre precio de venta y precio de adquisición: el precio de venta es el precio desde el punto de vista del vendedor; mientras que el precio de adquisición es el precio desde el punto de vista del comprador, estos precios no tienen por qué coincidir.

El valor de adquisición incluye una serie de elementos, el principal es el precio de venta, seguido por el descuento por la adquisición, gastos de transporte, impuestos y cualquier otro costo directamente relacionada con la adquisición, que este asumido por el comprador.

$$Va = Vt - Cl$$

Dónde: **Va**: Valor de adquisición (S/.)

Vt: Valor total de adquisición (S/.)

Cl: Costo de llantas (S/.)

B. Vida económica Útil (Ve)

La vida económica útil de un equipo puede definirse como el periodo durante el cual dicho equipo trabaja con un rendimiento económicamente justificable, expresado en horas.

$$Ve = \text{Horas de trabajo por mes} * 12 * N$$

Dónde: **Ve** : Vida económica en horas

N : Vida económica en años (catálogos)

C. Valor de rescate (Vr)

Es el valor que tiene un equipo al final de su vida útil, es el importe que la empresa espera obtener al vender el inmovilizado cuando finalice su vida útil. Se obtiene generalmente por medio de porcentajes establecidos durante la transacción al valor de adquisición.

$$Vr = \% * Vt$$

Dónde: **Vr** : Valor de rescate (US\$)

% : Porcentaje establecido en la adquisición del equipo

V_t : Valor total de adquisición, incluido los neumáticos (US\$)

D. Depreciación del equipo (D)

El equipo al trabajar se desgasta y por consiguiente se devalúa; para cubrir esta devaluación progresiva, cuya acumulación durante su vida económica se denomina depreciación, la cual proporciona fondos para adquirir otro en reemplazo.

La fórmula a emplearse para el cálculo de la depreciación es el siguiente:

$$D = \frac{(V_a - V_r)}{V_e}$$

Dónde: D : Depreciación (S/.)

V_t : Valor total de adquisición (S/.)

V_r : Valor de rescate (S/.)

V_e : Vida económica útil (Hr/año)

E. Inversión media anual (IMA)

La variación en el rendimiento de un equipo a lo largo de su vida económica útil, obliga a buscar un valor representativo e invariable sobre el cual aplicar los intereses, seguros, impuestos, etc.; a este valor se le denomina Inversión Media Anual, y se define como la media de los valores que aparecen en los libros a principios de cada año, después de deducirles la cuota de amortización correspondiente a cada año.

$$IMA = \frac{V_t + \left(V_t - 1 \frac{V_t}{n}\right) + \left(V_t - 2 \frac{V_t}{n}\right) + \left(V_t - 3 \frac{V_t}{n}\right) + \dots + \left(V_t - (n - 1) \frac{V_t}{n}\right)}{n}$$

$$IMA = \frac{nV_t - \left(V_t \frac{(1 + 2 + 3 + \dots + (n - 1))}{n}\right)}{n}$$

La Inversión Media Anual se calculará mediante la siguiente expresión:

$$IMA = \frac{V_t(N + 1)}{2N}$$

Dónde: **IMA** : Inversión Media Anual (IMA)

Vt : Valor total de adquisición (S/.)

N : Años de la vida económica Útil

F. Interés del Equipo (I)

Cualquier empresa para comprar un equipo financia los fondos necesarios en los bancos o mercado de capitales, pagando por ello el interés correspondiente; o puede darse el caso, que si la empresa dispone de los fondos suficientes podrá adquirirla con capital propio; pero debemos insistir, que a pesar de que la empresa pague el equipo al contado, debe cargársela el interés de esa inversión, ya que ese dinero bien pudo haberse invertido en otro negocio que produzca dividendos a la empresa.

La fórmula genérica para el cálculo horario del interés del capital invertido es:

$$I = \frac{\text{IMA} * i}{\text{Vea}}$$

Dónde: **I** : Interés horarios del capital invertido (S/. / Hr)

IMA : Inversión Media Anual (S/. / año)

i : Tasa de interés anual vigente para el tipo de moneda a utilizar.

Vea : Vida económica útil del equipo expresado en horas anuales de trabajo
(Hra/año)

G. Costo horario de: Seguro, impuesto y almacenaje (S)

El seguro se considerará la tasa anual que debe pagar el propietario a una compañía de seguros para proteger el equipo de todo riesgo, el impuesto se considera la tasa anual que debe pagar el propietario de acuerdo a la legislación vigente del país y el valor

asociado con el costo de almacén, la seguridad y vigilancia del equipo fuera de las jornadas de trabajo.

Seguros	: 2.5%
Impuestos	: 2.0 %
Almacenaje	: 1.0 %
Total	: 5.5 %

Para el cálculo del costo horario por seguros, impuestos y almacenaje se aplicará la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\text{IMA} * (\Sigma \text{de tasas anuales})}{\text{Vea}}$$

Donde:

S : Costo horario por seguros, impuestos y almacenaje (S/. / Hra)

IMA : Inversión Media Anual (S/. / año)

Vea : Vida económica útil del equipo expresado en horas anuales de trabajo (Hra/año)

Σ de tasas anuales : Primas anuales de seguro, tasas de impuestos anuales, tasas de impuestos por posesión de equipos anuales y el porcentaje de almacenaje.

2.5.1.2. Componentes del costo de operación

A. Costo Horario de Mantenimiento y reparación (Cm)

Se considera el costo que significa mantener en estado de conservación y utilización inmediata el equipo, lo que requiere mano de obra de mantenimiento, repuestos y mano de obra de reparaciones, este gasto puede tener una gran variación por las condiciones particulares de cada equipo y de cada obra. Se estima con mucha aproximación; que por

reparación y repuestos un equipo durante su vida útil, consume, en reparaciones y repuestos, un porcentaje del valor de adquisición, que varía según el tipo de trabajo, referencialmente se emplean los siguientes promedios:

- Trabajo duro : 80 a 100%
- Trabajo normal : 70 a 90%
- Trabajo suave : 50 a 80%

$$Cm = \frac{Vt * \%}{Ve}$$

Dónde: **Cm** : Costo horario de mantenimiento (S/. / Hra)
Vt : Valor total de adquisición (S/.)
Ve : Vida económica útil del equipo (año)
% : Porcentaje de costo de mantenimiento (%)

B. Costo horario de combustible (Cc)

$$Cc = Cpc * Cco$$

Dónde: **Cc** : Costo horario de combustible (S/. / Hra)
Cpc : Consumo promedio de combustible (gal/hora)
Cco : Costo de combustible (S/. / gal)

C. Costo horario de lubricantes (Cl)

$$Cl = Cam + Cat + Cad + G + Ref$$

Dónde: **Cl** : Costo horario de Lubricación (S/. / Hra)
Cam : Costo horario de aceite de motor (S/. / hora)
Cat : Costo horario de aceite de transmisión (S/. / hora)
Cad : Costo horario de aceite de dirección (S/. / hora)
G : Costo horario de la grasa (S/. / hora)

Ref : Costo horario de refrigerante (S/. / hora)

D. Costo horario de filtros (Cf)

Es el 20% de la suma del costo de combustible y costo de lubricación

$$Cf = 20\%(Cc + Cl)$$

Donde, **Cf** : Costo horario de filtros (S/. / Hra)

Cc : Costo horario de combustible (S/. / Hra)

Cl : Costo horario de lubricantes (S/. / Hra)

E. Costo horario de llantas (Cll)

El costo horario de las llantas relaciona el precio de las 04 unidades y la vida útil de los neumáticos.

$$Cll = \frac{Ctll}{Vull}$$

Dónde: **Cll** : Costo horario de llantas (S/. / Hra)

Ctll : Costo total de llantas (S/.)

Vull : Vida útil de llantas (horas)

F. Costo horario, sin mano de obra, gastos generales y utilidad (CH)

$$CH = D + I + S + Cm + Cc + Cl + Cf + Cll$$

Dónde: **CH** : Costo horario, sin mano de obra, gastos generales y utilidades (S/./hra)

D : Depreciación del equipo (S/. / hra)

I : Interés del equipo (S/. / hra)

S : Seguro del equipo (S/. / hra)

Cm : Costo horario de mantenimiento (S/. / hra)

Cc : Costo horario de combustible (S/. / hra)

Cl : Costo horario de lubricantes (S/. / hra)

Cf : Costo horario de filtros (S/. / hra)

Cll : Costo horario de llantas (S/. / hra)

G. Costo horario total (Ct)

$$Ct = Ch + Utilidad + Gatos\ generales$$

Dónde: **Ct** : Costo horario total (S/. / hra)

Ch : Costo horario sin gastos generales y utilidad (S/. / hora)

Utilidad: Costo horario de la utilidad generada (S/. / hora)

Gastos generales: Costo horario de los gastos generales (S/. / hora)

2.6. DEFINICIONES

- **RENDIMIENTO**, Corresponde al volumen o peso de producción teórico por unidad de tiempo de un equipo determinado. Generalmente se expresa en términos de producción por hora, pero puede también utilizarse la tasa por turno o día.
- **PRODUCCIÓN**, Volumen o peso total de material que debe manejarse en una operación específica. Puede referirse tanto al mineral con valor económico que se extrae, como al estéril que debe ser removido para acceder al primero. A menudo, la producción de mineral se define en unidades de peso, mientras que el movimiento de estéril se expresa en volumen.
- **PRODUCTIVIDAD**, La productividad es la capacidad de producir más con menos recursos. Esto redundaría en un costo bajo mediante la cantidad adecuada de equipos ya sea de carguío como de transporte que permita presupuestos menores.

- **CARGUÍO**, Corresponde a una operación de carga de mineral y/o desmonte a los camiones volquetes, para que sean trasladados hacia a la planta concentradora o hacia una cancha de acumulación de mineral. En esta operación se incluyen tareas de remoción y acopio del material fragmentado.
- **ACARREO**, Se denomina acarreo al traslado corto de material roto en la mina, es decir que el transporte tiene limitaciones, o tiene un determinado radio de acción y estarán ubicados en los frentes de operación, efectuados por los equipos Scooptram.
- **TRANSPORTE**, Efectuada la voladura del mineral, este es extraído de la mina hacia el exterior, para ello, se acumula y se carga a los diferentes medios de transporte de los que se disponen.
- **ORE PASS, WASTE PASS**, Es una labor minera de desarrollo ejecutado de forma vertical o semi vertical que sirve como medio de transporte del mineral o desmonte de un nivel a otro.
- **CAPACIDAD DE CARGA**, Se refiere al volumen de material que una unidad de carguío o transporte puede contener en un momento dado (por ejemplo, el volumen del balde de una pala o de la tolva de un camión). La capacidad se puede expresar de dos maneras:
 - **Capacidad al ras**: El volumen de material en una unidad de carguío o transporte cuando es llenado hasta el tope, pero sin material sobre los lados o llevado en algún accesorio externo como los dientes del balde.
 - **Capacidad colmada**: Máximo volumen de material que una unidad de carguío o transporte puede manejar cuando el material es acumulado sobre los lados del contenedor. Mientras que la capacidad rasa es una constante para un equipo

dado, la capacidad colmada depende del material transportado y de sus propiedades (tamaño de granos, ángulo de reposo, etc.)

- **CAPACIDAD DE CARGA NOMINAL**, Es la capacidad de fábrica de un determinado equipo, en términos del peso máximo que puede manejar. La mayoría de los equipos están diseñados para movilizar un determinado peso, en lugar de un volumen máximo. Por lo tanto, el volumen de material manejado dependerá de la densidad del material, y variará con la densidad para un mismo equipo, mientras que el peso máximo es constante y es una función de la resistencia de los componentes del equipo.
- **LABORES MINERAS**, Antes de empezar a explotar un yacimiento minero es necesario investigar a fondo el depósito minero que contiene el mineral económicamente útil y determinar sus características geológicas, mineralógicas, geomecánicas y otras propiedades: contenido metálico (ley del mineral), potencia, extensión, reservas, forma, afluencia del agua, elección del método de explotación, producción, etc., todo esto se conoce a través de las labores mineras.
 - **Labores de Exploración:** Son labores que tiene por finalidad de evidenciar nuevas zonas mineralizadas o probar la continuidad y riqueza de los depósitos ya conocidos. Generalmente se realizan con herramientas elementales, cuando se trata de cateos y con procedimientos científicos (Métodos geofísicos y Geoquímicos).
 - **Labores de Desarrollo:** Son labores que se realizan después que se ha verificado la existencia e importancia de un depósito mineral con el objeto de delimitarlo y prepararlo para la explotación por ellos se conoce la forma, posición, volumen, leyes, naturaleza del mineral y de las cajas, etc. Se

diferencian labores de desarrollo productivo cuando su avance es extrayendo mineral y labores de desarrollo improductivo cuando su avance ese realiza en material estéril.

- **Labores de Preparación**, Son labores que sirven para dividir el yacimiento mineral con vistas a su explotación y por lo tanto constituyen el primer punto de ataque.
- **Labores de Explotación**, Son labores de donde se extrae el mineral, independientemente de los métodos de explotación empleados, denominados comúnmente como tajos en producción.
- **SCOOPTRAM**, Un Scooptram es un equipo de bajo perfil diseñado sobre todo para realizar trabajos en minería subterránea o en zonas confinadas. Los Scooptram son principalmente necesarios en labores de subsuelo, debido al tamaño limitado de las labores. Debido a la posición del asiento del operador, puede viajar en marcha adelante, así como en marcha reversa. El Scooptram se diseña para levantar cargas pesadas.
 - **Cargar**: Cargar una cantidad grande de material
 - **Transportar**: Transportar el material a un área específica.
 - **Descargar**: Descargar la carga en un camión o en un área especifica
- **CAMIÓN DE BAJO PERFIL**, Son Equipo pesado cuyo principal objetivo es la extracción de mineral. Su alta relación potencia/peso asegura la subida veloz en rampas empinadas. Es un volquete articulado que está diseñado para minado de vetas angostas y ofrece alta maniobrabilidad en lugares confinados.
- **FACTOR DE ESPONJAMIENTO**, El incremento fracciona del volumen del material que ocurre cuando está fragmentado y ha sido sacado de su estado natural (volumen in

situ) y depositado en un sitio no confinado (volumen no confinado). Puede expresarse como una fracción decimal o como un porcentaje.

- **FACTOR DE LLENADO**, Un ajuste de la capacidad de llenado del cazo o tolva de equipos de carguío y transporte. Se expresa generalmente como una fracción decimal y corrige la capacidad del caso y tolva al volumen que realmente puede mover, dependiendo de las características del material y su ángulo de reposo, y la habilidad del operador del equipo para efectuar la maniobra de llenado.
- **FACTOR DE ACOPLAMIENTO**, Es la relación existente entre la capacidad de producción de un equipo de transporte con respecto a la capacidad de carga dispuesta para dicho equipo de transporte
- **TIEMPO**, Es una magnitud física con la que medimos la duración o separación de acontecimientos, sujetos a cambio, de los sistemas sujetos a observación. El tiempo permite ordenar los sucesos en secuencias, estableciendo un pasado, un futuro y un tercer conjunto de eventos ni pasados ni futuros respecto a otro.
- **TIEMPO DE CICLO**, El tiempo de ciclo corresponde al tiempo que el equipo de carguío demora en ir al lugar de extracción de mineral o estéril y transportarlo al sitio de descarga incluye además el tiempo ocupado en maniobras realizadas en esta operación. El tiempo de ciclo está compuesto por los tiempos fijos y los tiempos variables. Los primeros dependen de las condiciones bajo las cuales opera el equipo. Los tiempos variables además de depender de las condiciones de trabajo, varían según la longitud de los tramos a recorrer y la velocidad que en éstos se desarrolle.
- **MINA**, Yacimiento de donde se extrae el mineral rentable mediante un sistema productivo. La extracción se efectúa por etapas: primero se hace exploraciones.

- **YACIMIENTO**, Depósito natural de rocas o mineral rentable, donde generalmente se abre una mina.
- **MINERAL**, Se refiere al material con valor económico que es enviado a la planta de procesamiento. Se diferencia de material de **baja ley** que no es enviado a la planta, pero podría algún día ser enviado; lastre o estéril, material que no tiene valor económico. La calidad del mineral es expresada según su concentración del metal de interés.

CAPITULO III:

ÁMBITO DE ESTUDIO

3.1. UNIDAD DE ESTUDIO

La mina Chipmo de U.E.A. Orcopampa (100% BVN) es una operación subterránea de oro y plata que se ubica en el distrito de Orcopampa, provincia de Castilla, región de Arequipa que inició operaciones en 1967, se producen diariamente 1,500 toneladas de mineral con una ley promedio de 17 gramos de oro. La extracción del mineral se realiza utilizando Scooptram, Camiones de bajo perfil; los cuales llegan hasta un nivel principal y de allí se transporta a superficie mediante un pique. El método de explotación es de Corte y Relleno ascendente mecanizado.

La unidad de estudio está definida por la ejecución de labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación en el nivel 3340 de la Zona Nazareno en la Mina Chipmo, que pertenece a la U.E.A. Orcopampa de Cía. de Minas Buenaventura.

3.1.1. PROPIEDAD MINERA

La Mina Chipmo en la U.E.A. Orcopampa de Cía. de minas Buenaventura se desarrolla dentro de las concesiones mineras Orcopampa8, Orcopampa9, Orcopampa10, Orcopampa11, Orcopampa14, Orcopampa15, Orco R5, Fénix Uno, Orco79, Orco88 y Orco108, Cabe mencionar que las concesiones antes mencionadas no se encuentran dentro de ningún (APN) y/o zona de amortiguamiento.

Las coordenadas UTM del punto central de referencia según Datum WGS84, es la siguiente:

Este	: 785,235.00
Norte	: 8 311,360.00
Zona	: 18L
Altitud – promedio	: 3,800.00 m.s.n.m.

Las coordenadas geográficas del punto central de referencia es la siguiente:

Longitud	: 72°20'40" W
Latitud	: 15°15'30" S

Abarca una extensión aproximada de 30 km².

3.1.2. UBICACIÓN

La mina Chipmo de la U.E.A. Orcopampa se encuentra situada en el departamento de Arequipa, Provincia de Castilla, Distritos de Chilcaymarca, donde se encuentra ubicada el área industrial de la mina; y el Distrito de Orcopampa, donde se encuentra ubicada la planta de beneficio, oficinas y laboratorios.

3.1.3. ACCESO

Actualmente el acceso al Distrito de Orcopampa se puede realizar por vía terrestre como por vía aérea.

Por vía terrestre se tiene los accesos:

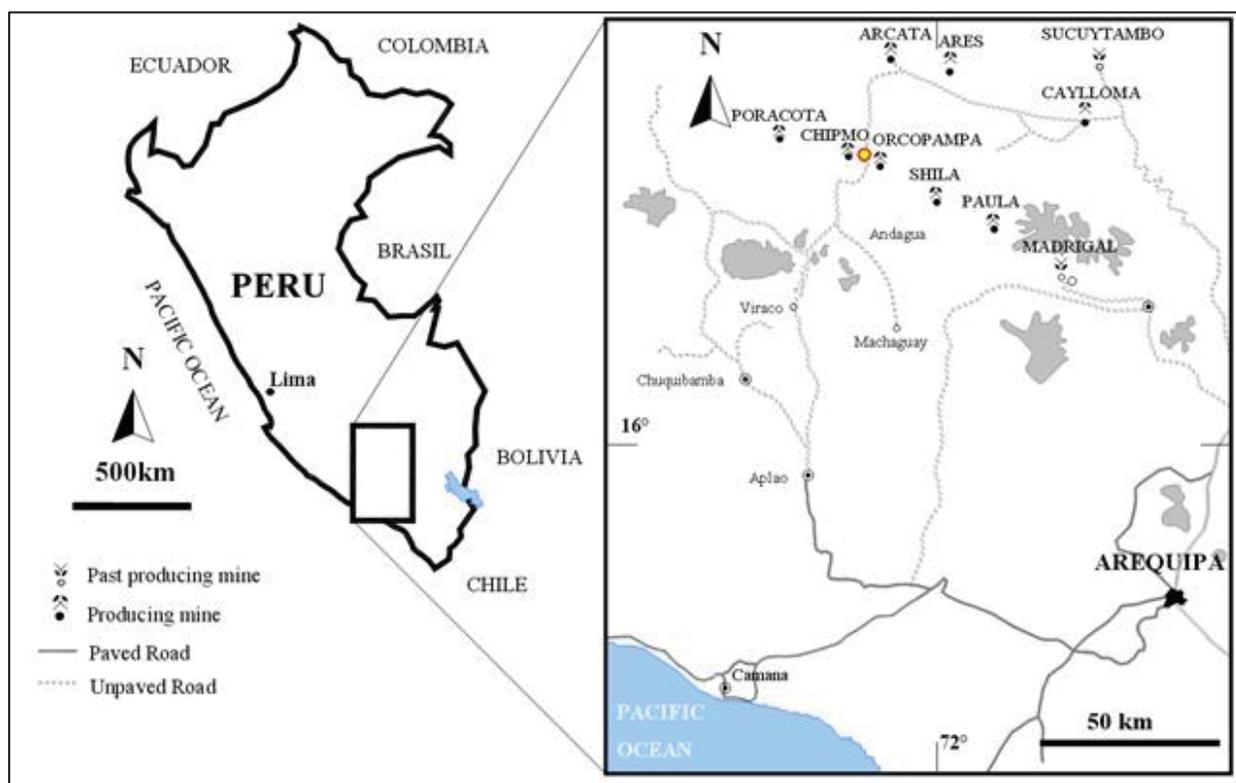
- Por la carretera Arequipa – Aplao – Viraco – Orcopampa, 370 km.
- Por Arequipa – Sibayo – Caylloma – desvío Mina Arcata – Orcopampa, 320 km

Por vía aérea:

Utilizando el Aeródromo de Orcopampa, se tiene servicios de avioneta seis veces al mes.

Lima – Arequipa – Orcopampa = 1.5 horas.

Imagen 3.1-1: Rutas de acceso a la mina Chipmo, U.E.A. Orcopampa



Fuente: Área de Geología Mina Chipmo.

3.2. FISIOGRAFÍA

3.2.1. CLIMA

La altura del pueblo de Orcopampa es de 3,800.00 m.s.n.m., siendo el clima templado durante el día y frígido en las noches, con fuertes ventiscas a partir de mediodía.

El área designada para el proyecto se encuentra ubicada entre las regiones naturales de Suni (3,500 a 4,000 m.s.n.m.) y Puna (4,000 a 4,800 m.s.n.m.), conformado por mesetas, colinas y montañas donde las precipitaciones varían entre 500 mm y 1000 mm anuales y la temperatura promedio anual es de 6 °C; pero según los registros de la estación meteorológico de Orcopampa, entre los años 2001 a 2007, la temperatura media anual es de 9.3 °C; el valor máximo promedio anual es de 18.3 °C y el mínimo promedio es de -0.1 °C.

En Orcopampa, los veranos son cortos, frescos, secos y mayormente nublados y los inviernos son largos, fríos y nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 2 °C a 17 °C y rara vez baja a menos de -0 °C o sube a más de 20 °C.

3.2.2. RELIEVE

El desarrollo geomorfológico del área presenta una superficie sub horizontal, comprendida entre las cotas 3,800.00 y 4,300.00 m.s.n.m., que caracteriza la eco región Puna. El relieve presenta una configuración de colinas y montañas con planicies a veces onduladas con pendientes entre 15% a 40%, se distingue por presentar mesetas y elevadas montañas modeladas por procesos tectónicos de fallamiento y plegamientos, a los cuales se superpusieron procesos volcánicos y de geodinámicas externos.

El proyecto se encuentra entre los cerros Carcassalla, hacia el NW a 4,100.00 m.s.n.m., el cerro Sausa, hacia el N a 4,250.00 m.s.n.m. y el volcán Mauras, hacia el SW a 3,985.00 m.s.n.m.

La topografía ondulada de laderas suaves presenta roquedales en las cumbres de los cerros y material coluvial en las laderas de los cerros.

3.2.3. VEGETACIÓN

Las especies de flora y fauna que viven en la zona, han desarrollado adaptaciones de protección contra las bajas temperaturas y extrema sequedad del ambiente, la flora está conformada por el

ichu y tola, se identificaron 28 especies de flora, de las cuales las especies *Buddleia incana* (Colle, Quisuar) y *Ephedra rupestres* (Pinco Pinco), están clasificados “En peligro crítico”.

3.2.4. HIDROLOGÍA

La Mina Chipmo en la U.E.A. Orcopampa de Cía. de minas Buenaventura pertenece a la cuenca del valle que está conformado por los ríos Orcopampa y Chilcaymarca que presenta terrazas aluviales con bofedales y pajonales.

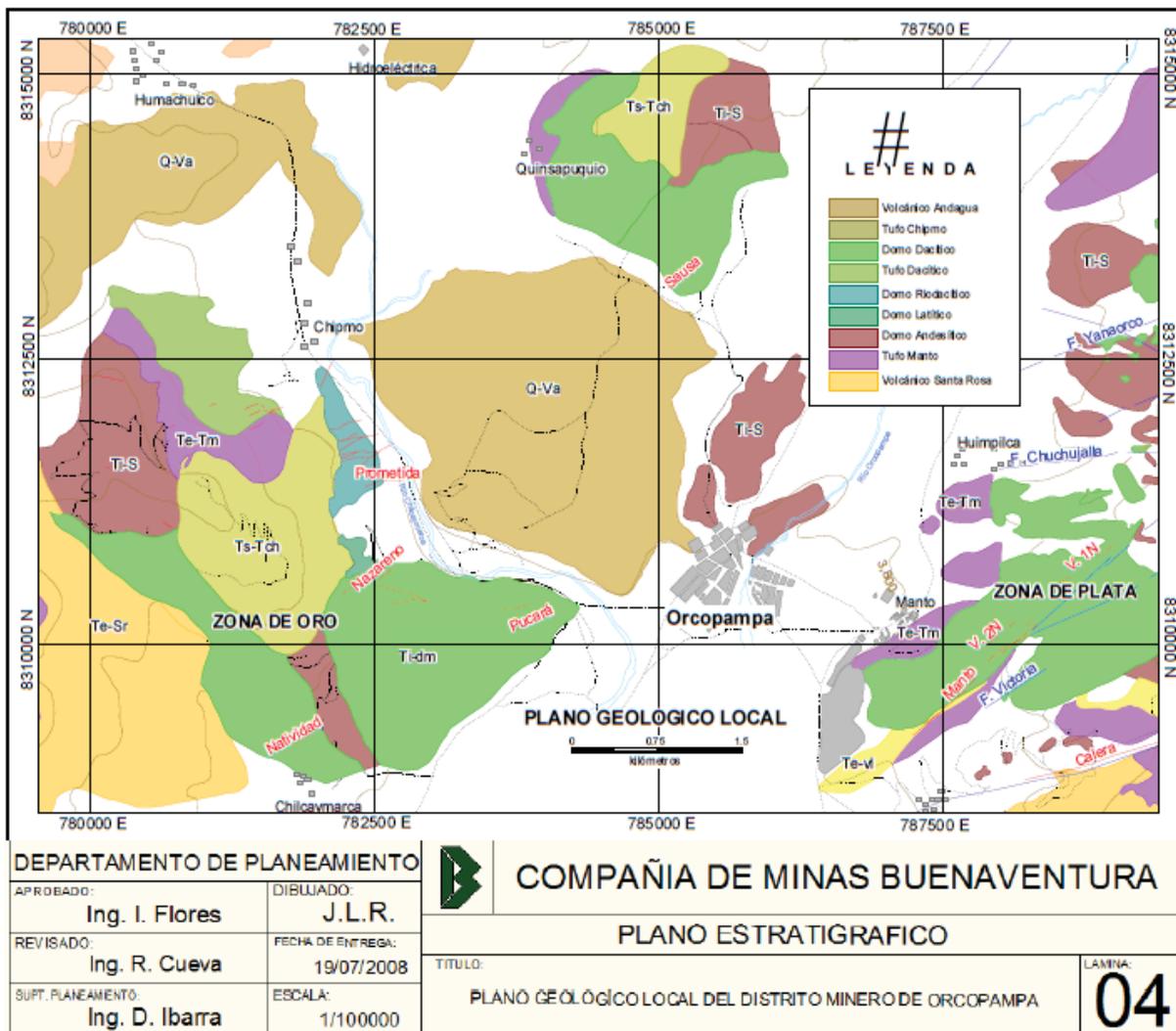
La zona presenta un amplio valle en el cual discurre el río Orcopampa principal colector de las aguas de escorrentía, siendo su principal afluente el río Chilcaymarca.

3.3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

3.3.1. GEOLOGÍA LOCAL

Las vetas de Oro y plata, cuyos nombres son Nazareno, Prometida y Natividad se han formado en un yacimiento epitermal – mesotermal hospedado en rocas volcánicas del terciario constituidas por flujos y domos de composición dacítica y andesítica que pertenece al complejo volcánico Sarpane, en el área de Chipmo, el complejo de los domos intrusivos Sarpane se encuentra parcialmente superpuesto por los tufos riolíticos Chipmo. (ROJAS ECHENIQUE & SALAZAR CACERES, 2018)

Imagen 3.3-1: Plano Geológico del Distrito de Orcopampa.



Fuente: Área de Geología mina Chipmo.

3.3.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

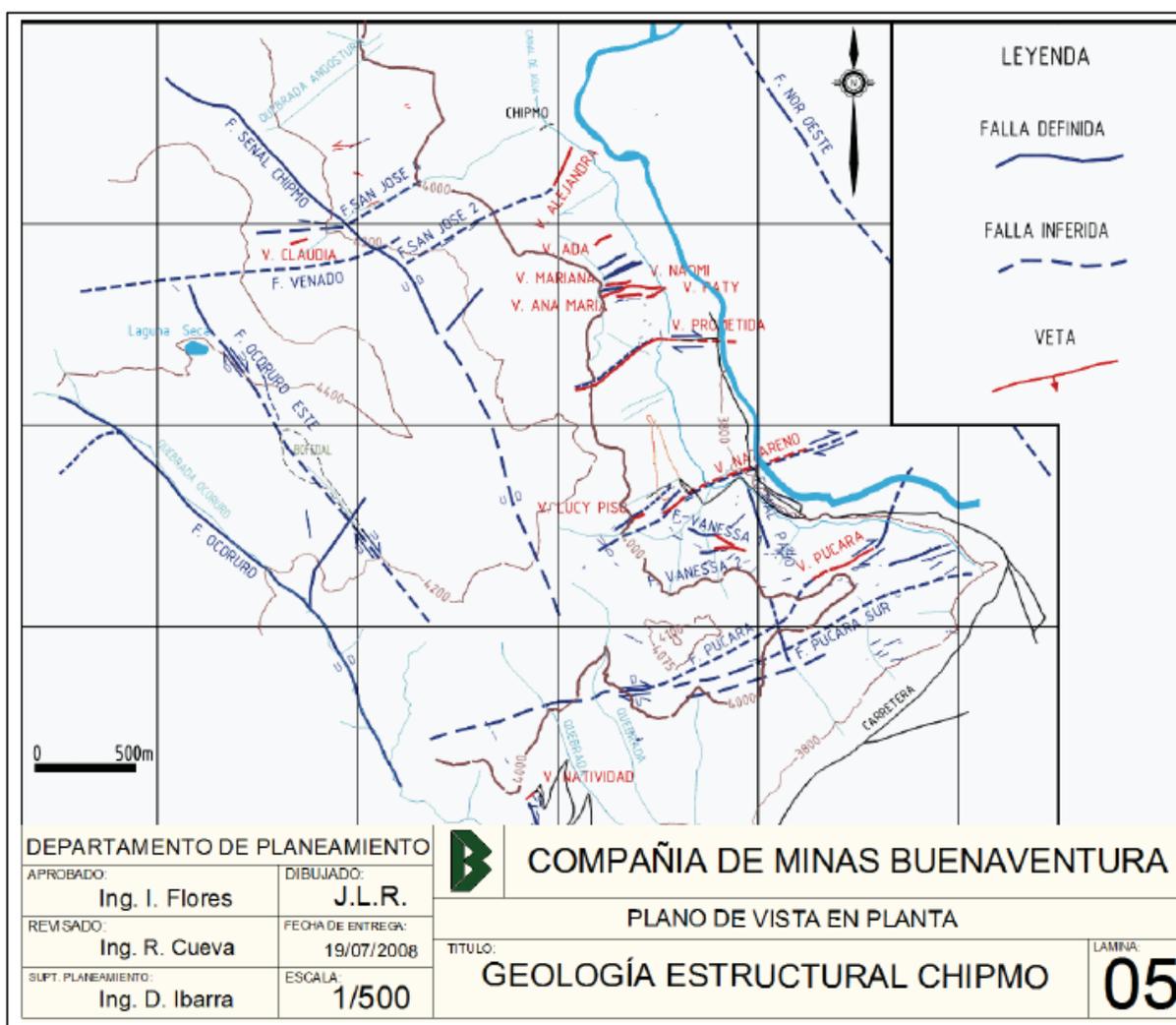
Las vetas que conforman la mina Chipmo se encuentran emplazadas en una zona de sistemas de fallamientos NE-SW, con buzamientos al sur en las vetas Mariana, Nazareno, Prometida y Pucará sur; y al norte en las vetas San José1 y San José2, Pucará-Andrea, Natividad, Lucy y Alejandra.

Existe también, otro sistema de fallamientos NW-SE con buzamiento al norte en las vetas Vanesa1, Vanesa2, Ventanilla y Huichupaqui.

Las anomalías Ocoruro Norte, Centro y Sur están ubicadas en una zona de fracturamiento NW-SE en la sección oeste del yacimiento.

En las áreas de Orcopampa, Chipmo, Sausa y Umachullo, los patrones de fracturamiento a nivel regional y local son idénticos lo que haría presumir que todos fueron originados bajo un mismo evento tectónico.

Imagen 3.3-2: Plano Estructural de Chipmo



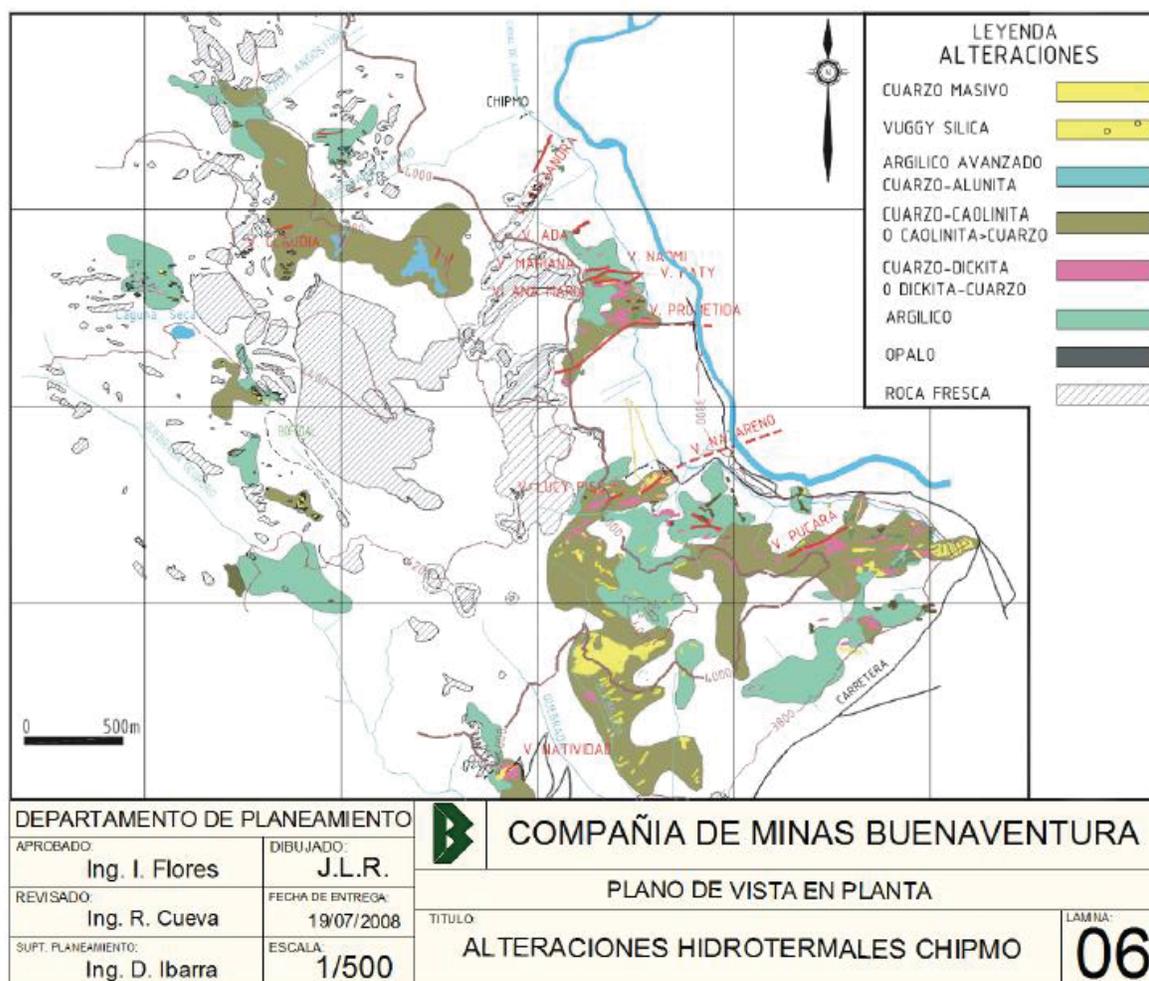
Fuente: Área de Geología mina Chipmo.

3.3.3. GEOLOGÍA ECONÓMICA

La mineralización económica del área de Chipmo pertenece a un sistema epitermal del tipo de rellenos de fracturas. La mineralización de las vetas Nazareno, Prometida y Natividad de esta área consisten principalmente de oro nativo asociado a teluros, así como a cobres grises y pirita en estructuras de cuarzo lechoso, venas de dickita – alunita y bandas de baritina.

Las reservas minerales de esta operación, al 31 de diciembre de 2017, totalizaron 851,166 TMS con 0.459 oz/t de oro (14.29 g/t) y 1.23 oz/t de plata, que representan un contenido de 391,110 onzas de oro y 1'046,369 onzas de plata.

Imagen 3.3-3: Plano de Alteraciones Hidrotermales de Chipmo



Fuente: Área de Geología mina Chipmo

Imagen 3.3-4: Mineralización del Oro, Veta Nazareno, Mina Chipmo



Fuente: Geología Estructural U.E.A. Orcopampa

3.4. MÉTODO DE EXPLOTACIÓN – MINA CHIPMO

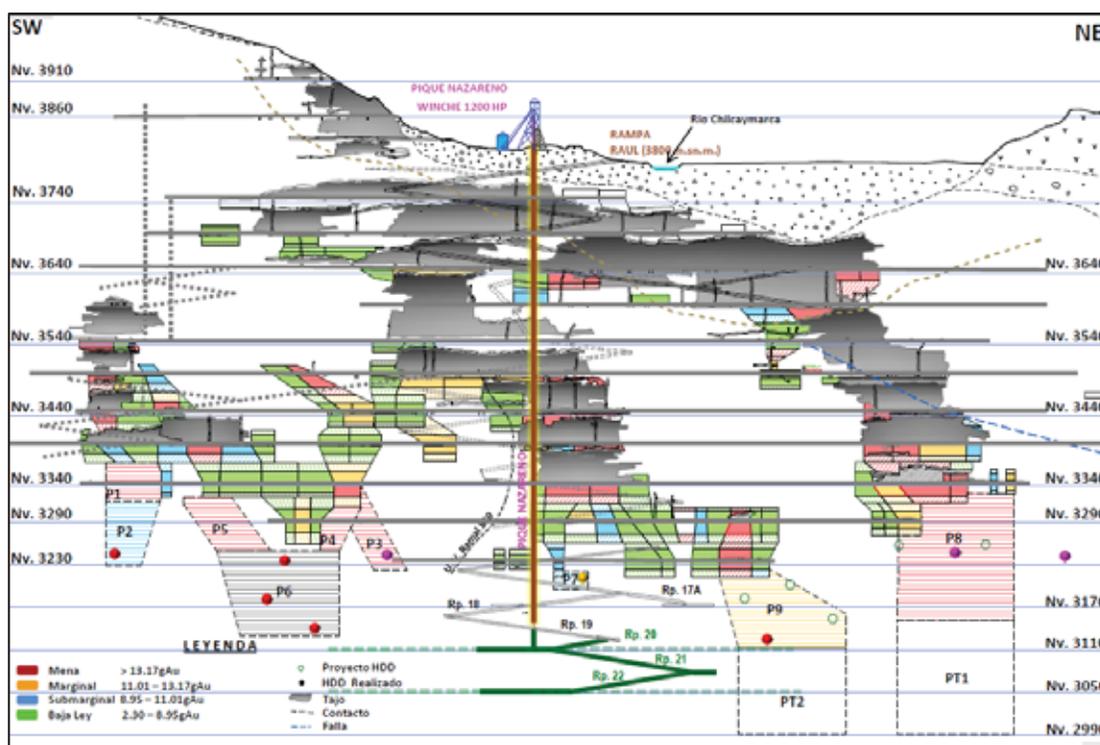
El método de explotación es la estrategia global que permite la excavación y extracción de un cuerpo mineralizado del modo técnico y económico más eficiente, define los principios generales según los que se ejecutan las operaciones unitarias y los criterios con respecto al tratamiento de las cavidades que deja la excavación.

El método de explotación aplicado en la mina Chipmo para la excavación y extracción del cuerpo mineralizado es el de corte y relleno ascendente mecanizado debido a que las características del yacimiento de la mina Chipmo presenta un buzamiento superior a los 50° de inclinación y una potencia de veta que van desde los 0.5 m hasta 10.0 m. Normalmente estos cuerpos son irregulares a lo que el método de corte y relleno ascendente aplicado tiene la gran ventaja de adaptarse a la forma y continuidad de la zona mineralizada.

3.4.1. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE CORTE Y RELLENO

El método de explotación por Corte y Relleno Ascendente conocido también como “Over Cut and Fill”, donde el mineral es cortado en tajadas horizontales, comenzando de la parte baja y avanzando hacia arriba. El mineral roto es cargado y extraído completamente del tajo, cuando toda la tajada has sido disparada, el volumen extraído es rellenado con un material estéril para el soporte de las cajas, proporcionando una plataforma mientras la próxima rebanada sea minada. La característica de ese método es el uso del relleno como medio de sostenimiento de los espacios abiertos, el relleno se realiza con el material estéril procedente de las labores de preparación y/o desarrollo (Relleno detrítico) y se confina con material producto de los relaves de la planta de tratamiento (Relleno Hidráulico). El relleno hidráulico se drena para separar el agua, quedando así un relleno compacto, pudiéndose aumentar la consistencia del relleno con la adición de una cantidad de cemento.

Imagen 3.4-1: Sección Longitudinal Veta Nazareno, mina Chipmo

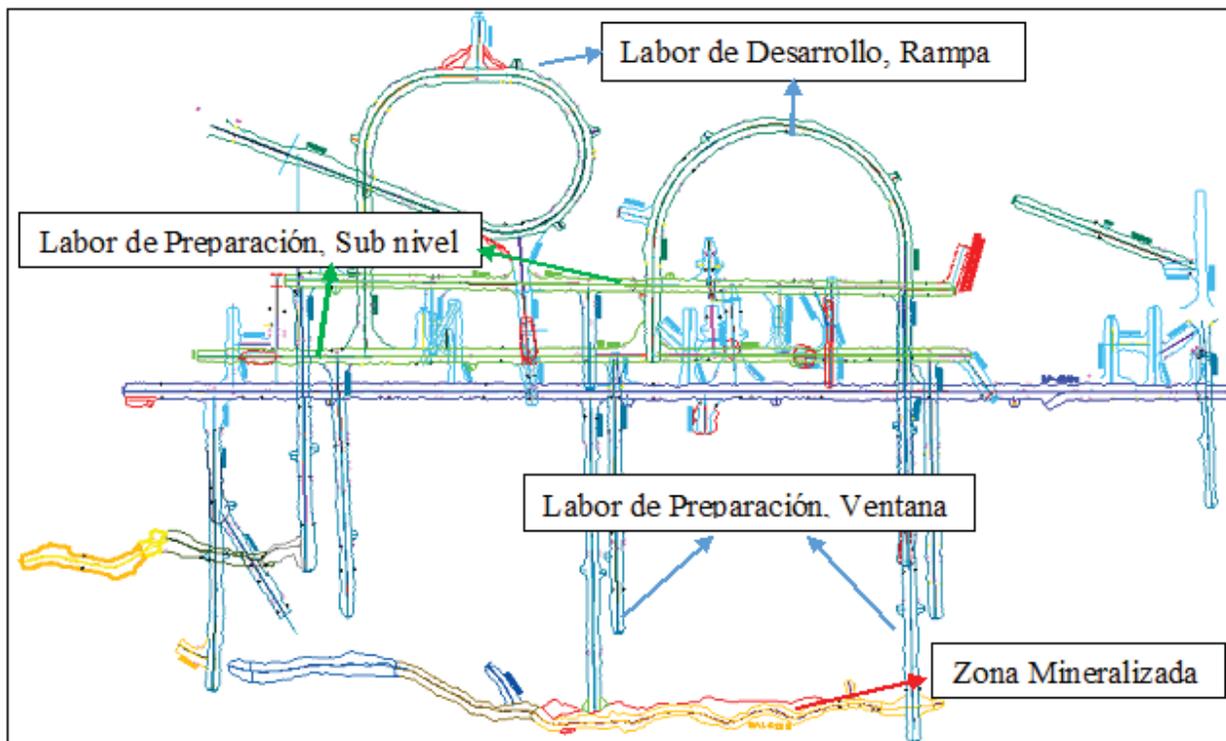


Fuente: Geología Estructural U.E.A. Orcopampa

3.4.2. LABORES DE DESARROLLO Y PREPARACIÓN

Para realizar el arranque del cuerpo mineralizado es necesario realizar labores de desarrollo (Bypass, Rampa, Cámaras, etc.) y labores de preparación (Subnivel, Ventanas, Chimeneas, etc.).

Imagen 3.4-2: Labores de desarrollo y preparación.



Fuente: Plano topográfico nivel 3340.

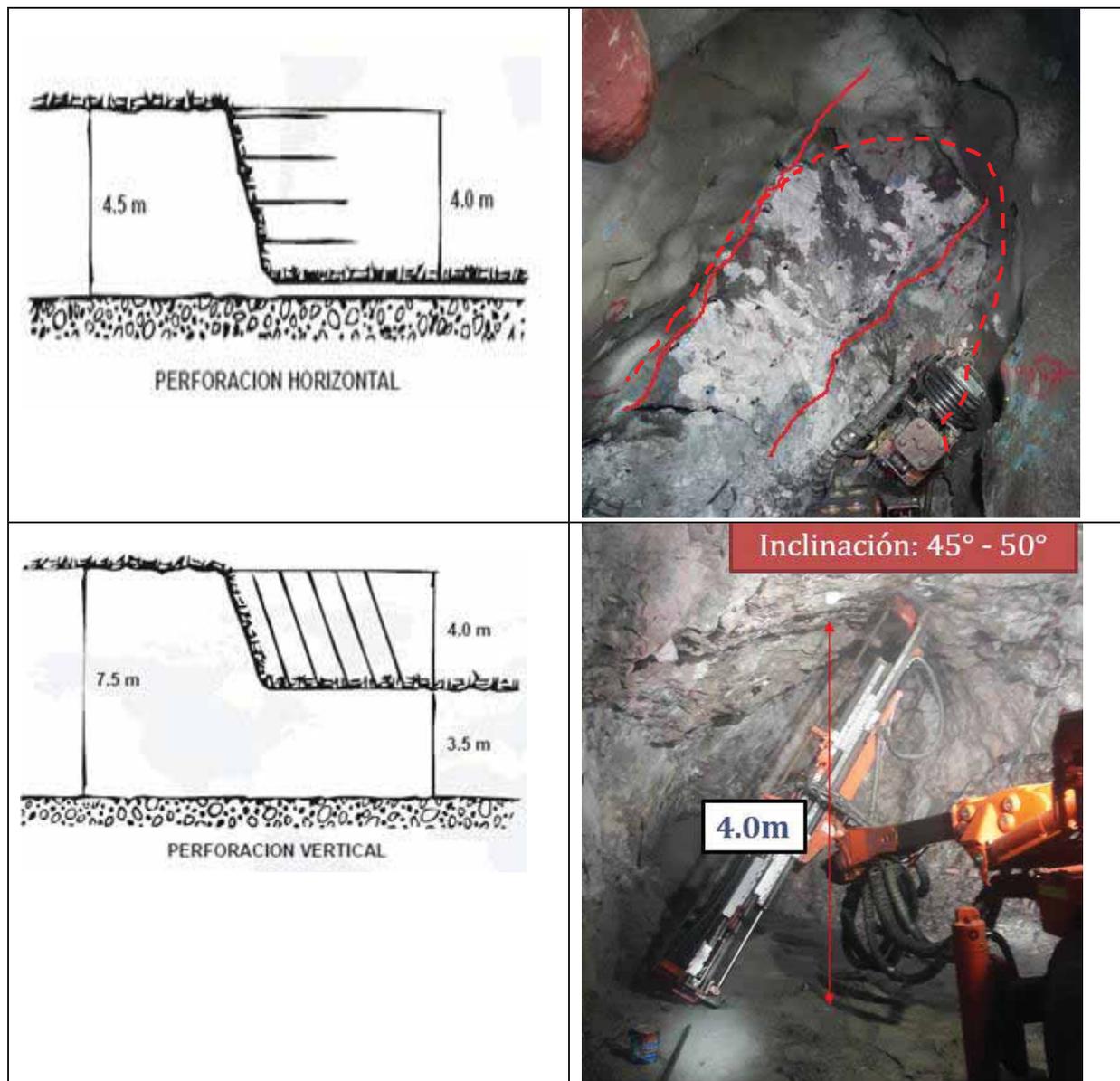
3.4.3. ARRANQUE DEL CUERPO MINERALIZADO

Una vez que las labores de preparación (Ventanas) han interceptado el mineral, se procede a realizar el primer corte horizontal; durante el primer corte la perforación es horizontal (Breasting) y para los siguientes cortes la perforación puede realizarse de forma vertical (Realce), dependiendo de las condiciones geomecánicas de la roca encajonante y del cuerpo mineralizado. (EXSA, 2005)

El proceso de perforación en la mina Chipmo se realiza con Equipo Jumbo Electrohidráulico. La voladura se realiza utilizando dinamita Semexa de 45% y 65%, mediante cartuchos de 7/8" y 1 1/8". La distribución de taladros obedece a la calidad de la roca (mineral y desmonte) y a la

geometría de la estructura mineralizada, de tal modo que al realizar la voladura no se dañe la corona y cajas de la labor.

Imagen 3.4-3: Tipos de perforación por Corte y Relleno Ascendente, Mina Chipmo



Fuente: Elaboración propia.

3.4.4. MANEJO DEL MINERAL

Los principales niveles de producción de mineral son el nivel 3540, 3490, 3340, 3390 y 3290, aquí se encuentra el mayor número de labores. El método de explotación empleado permite realizar la extracción del mineral mediante el corte de franjas horizontales empleando Scooptram de 0.5,

1.0, 2.2, 3.5 y 4.2 yd³, que trasladan el mineral roto (disparado) en los tajos hasta las chimeneas de transferencia.

En la base de las chimeneas de transferencia se encuentra tolvas hidráulicas, a partir de estos el mineral es descargado a los camiones de bajo perfil y transportado hasta los echaderos del pique Nazareno. A través de este es izado hasta las tolvas que se ubican en el Crucero 1020 del nivel 3830. En superficie (Nivel 3810 – Rampa Raúl), se acumula el mineral para ser cargado en volquetes de 25 toneladas, a fin de ser conducidos a la planta de procesos.

Imagen 3.4-4: Equipo de carguío y acarreo de bajo perfil, CAT R1300G



Fuente: Manual de rendimiento CATERPILLAR (CATERPILLAR, 2000)

Imagen 3.4-5: Camión de bajo perfil, Dumper MT2010 (Atlas Copco)



Fuente: Manual de Rendimiento de ATLAS COPCO (COPCO, 2000)

3.4.5. SOSTENIMIENTO

Teniendo en cuenta que este método se aplica en cuerpos tabulares con roca encajadora poco competente, la práctica habitual es el apernado sistemático de las paredes, incluyendo mallas de

acero según las condiciones de terreno. (CRUZ RAMIREZ, 2004) El techo mineralizado se mantiene estable con elementos de fortificación semi – permanentes tales como:

A. Pernos de varilla cementado o con resina

Consiste en una varilla de fierro o acero, con un extremo biselado, que es confinado dentro del taladro por medio de cemento (en cartuchos o inyectados), resina (en cartuchos) o resina y cemento. El anclaje entre la varilla y la roca es proporcionado a lo largo de la longitud completa del elemento de refuerzo, por tres mecanismos: adhesión química, fricción y fijación, siendo los dos últimos mecanismos los de mayor importancia, puesto que la eficacia de estos pernos está en función de la adherencia entre el fierro y la roca proporcionada por el cementante, que a su vez cumple una función de protección contra la corrosión, aumentando la vida útil del perno. De acuerdo a esta función, en presencia de agua, particularmente en agua ácida, el agente cementante recomendado será la resina, en condiciones de ausencia de agua será el cemento.

B. Split Set

El Split set, consiste de un tubo ranurado a lo largo de su longitud, uno de los extremos es ahusado y el otro lleva un anillo soldado para mantener la platina. Al ser introducido el perno a presión dentro de un taladro de menor diámetro, se genera una presión radial a lo largo de toda su longitud contra las paredes del taladro, cerrando parcialmente la ranura durante este proceso. La fricción en el contacto con la superficie del taladro y la superficie externa del tubo ranurado constituye el anclaje, el cual se opondrá al movimiento o separación de la roca circundante al perno, logrando así indirectamente una tensión de carga

C. Malla Metálica

La malla metálica principalmente es utilizada para los siguientes tres fines: primero, para prevenir la caída de rocas ubicadas entre los pernos de roca, actuando en este caso como

sostenimiento de la superficie de la roca; segundo, para retener los trozos de roca caída desde la superficie ubicada entre los pernos, actuando en este caso como un elemento de seguridad; y tercero, como refuerzo del shotcrete. Existen dos tipos de mallas: la malla eslabonada y la malla electrosoldada.

D. Concreto Lanzado (Shotcrete)

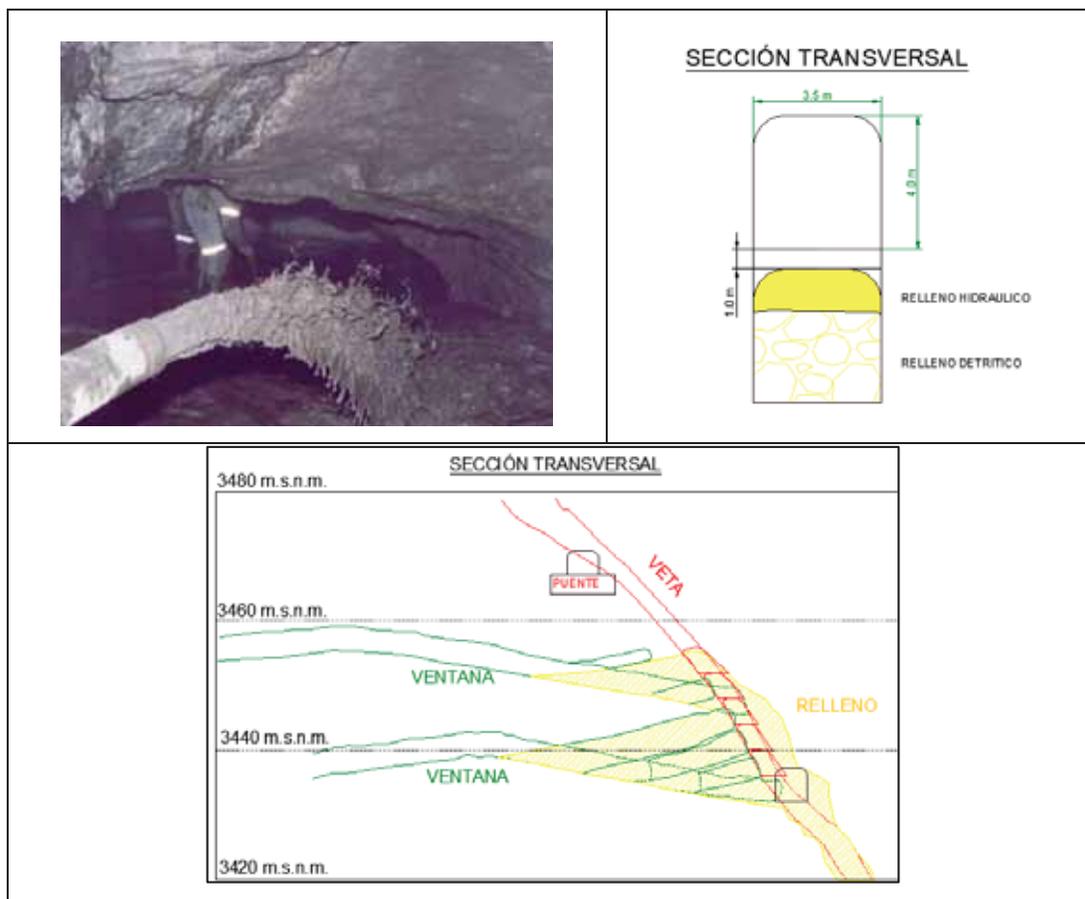
Concreto lanzado (shotcrete) es el nombre genérico del concreto cuyos materiales componentes son: cemento, agregados, agua, aditivos y elementos de refuerzo, los cuales son aplicados neumáticamente y compactados dinámicamente a alta velocidad sobre una superficie

3.4.6. RELLENO

El relleno de los tajos tiene la función de recuperar la estabilidad perdida por del macizo rocoso, como producto de la extracción del mineral, de tal manera se mantiene una estabilidad adecuada que permita continuar con la explotación. El relleno es un proceso muy importante en la explotación minera ya que sirve como: relleno de tajeos vacíos, piso de perforación para explotar el siguiente corte.

El tipo de relleno empleado en la mina Chipmo es el Relleno Detrítico y Relleno Hidráulico, el relleno detrítico se realiza usando el desmonte generado por los avances de las labores de desarrollo y preparación con un coeficiente de compresibilidad del material detrítico igual a 0.7 y para confinar el relleno detrítico se emplea relleno hidráulico.

Imagen 3.4-6: Relleno en mina Chipmo.



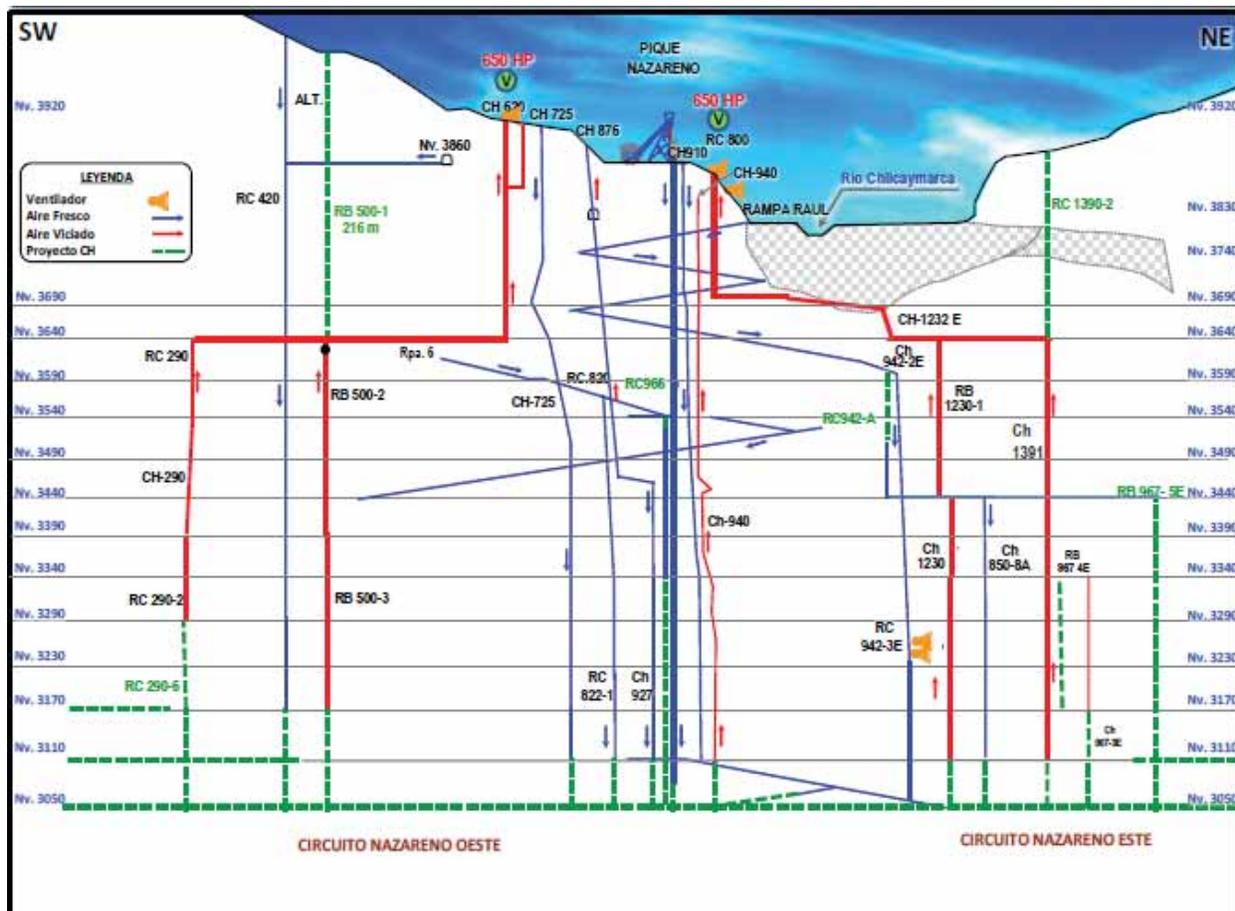
Fuente: Elaboración propia.

3.4.7. VENTILACIÓN

La ventilación de minas subterráneas, tiene por misión principal el suministro de aire fresco con el objeto de lograr condiciones ambientales y termo-ambientales adecuadas para todo el personal que labore en faenas mineras, como también para atender la operación de diversos equipos e instalaciones subterráneas. (VARGAS ALEGRIA, 2015) La ventilación principal en mina Chipmo se dispone en circuitos de ventilación natural y forzado, para mantener un suministro permanente de aire fresco y retorno del aire viciado, el caudal de aire que es necesario en interior mina dependerá del número de trabajadores, la extensión y sección de las labores, el tipo de maquinarias de combustión interna y las emanaciones de gases naturales de la mina. La ventilación auxiliar es la encargada de mantener el frente de avance y frentes de explotación con un adecuado ambiente

para el buen desempeño de hombres y maquinas a través de ventiladores auxiliares con mangas de 28", 24" y 18" de diámetro.

Imagen 3.4-7: Ventilación principal, circuito de ventilación de Nazareno este y oeste



Fuente: Área de planeamiento mina.

Imagen 3.4-8: Ventilación Auxiliar, Ventilador de 35000 CFM



Fuente: Elaboración propia.

3.5. LABOREO SUBTERRÁNEO

Durante el año 2017 se realizaron 12,540 metros con labores mineras subterráneas de exploración. Además, se realizaron 67,922 metros en sondajes diamantinos que fueron dirigidos en su mayoría a la exploración de los sistemas de vetas Pucará Sur, Pucarina, Nazareno, Ariana, Lucía-Julissa, Lucía Centro, Esperanza y Prometida R1.

En la zona Pucará Sur el descubrimiento más importante de la exploración fue el clavo mineralizado oeste de la veta Pucara Sur, donde se ganaron reservas de alta ley. Su actual exploración con laboreo minero y sondajes diamantinos está enfocada en el nivel 3540 hacia sus extensiones al este y oeste.

Durante 2018 se planea continuar con la perforación diamantina hacia los niveles superiores 3690 y 3740, donde las evidencias indican probables depósitos con mineralización de oro en la veta a estas cotas. Por esta misma área está pendiente la exploración de la veta Ariana, reconocida

el año pasado, que tiene fuertes indicios de mineralización de oro y plata, y presenta el mismo control estructural favorable de las importantes vetas Nazareno y Pucará.

Se ha iniciado la exploración de las vetas Pucarina y Pucará Sur en el nivel 3340, las cuales han presentado tramos cortos mineralizados con alta ley de oro y plata en el desarrollo de sus labores.

En la zona Nazareno las vetas Nazareno, Prosperidad y Andrea fueron exploradas en los niveles altos de la mina, principalmente el nivel 3690. La exploración de estas tres vetas en los niveles 3740, 3690 y 3640 generaron 78,000 TMS de reservas con altas leyes de oro y plata, por lo que continuará su exploración hacia el este y oeste en el nivel 3540. Adicionalmente, se explorará la veta Lucy Piso como parte del sistema de vetas al norte de la veta Nazareno.

En la zona Prometida, el principal descubrimiento fue la veta Alondra, una estructura controlada por la falla Prometida R1, que presenta ensanchamientos de hasta 2 metros. Se ha explorado positivamente entre los niveles 3540 y 3490 con galería y sondajes diamantinos. Para el año 2018, el plan de exploración incluye ejecutar sondajes diamantinos hacia sus extensiones este y oeste.

3.6. OPERACIONES Y PROCESOS DE LA PLANTA DE ORCOPAMPA

La planta de procesos de Orcopampa produce barras doré y concentrado de flotación de oro y plata. Cuenta con las operaciones de chancado, molienda, gravimetría, cianuración CIP, flotación, desorción-electrodeposición, Merrill Crowe y fundición. La capacidad de tratamiento actual es de 1,5000 TMD. (BUENAVENTURA S.A.A., 2017)

CAPITULO IV:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En la ciencia existen diferentes tipos de investigación y es necesario conocer sus características para saber cuál de ellos se adapta mejor a la investigación que se realiza. De acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis (BORJA S., 2012), el tipo de investigación experimental, es el que mejor se adapta al desarrollo del presente trabajo de tesis.

4.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se llevará a cabo para el presente trabajo de tesis, será descriptivo y correlacional. Se describirá el tiempo del ciclo de carguío, acarreo y transporte de los equipos en la zona Nazareno, así como definir la relación existente entre los parámetros y controles necesarios para determinar indicadores de rendimiento de los equipos en la zona Nazareno de la mina Chipmo, U.E.A. Orcopampa de Cía. de minas Buenaventura. (HERNANDEZ SAMPIERI, FERNÁNDEZ COLLADO, & BAPTISTA LUCIO, 2000)

4.3. METODOLOGIA “PDCA” COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN

Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo, de forma sistemática, para lograr la mejora continua, entendiendo como tal al mejoramiento continuo de la calidad (disminución de fallos, aumento de la eficacia y eficiencia, solución de problemas, previsión y eliminación de riesgos potenciales...). El ciclo PDCA lo componen 4 etapas cíclicas, de forma que una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo, de forma que las actividades sean reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras.

4.3.1. PLANIFICAR (PLAN)

En esta primera etapa nos centraremos en los egresos generados en la contrata G&R en los últimos meses y definiremos la magnitud del problema mediante el diagrama de Pareto, encontrando que los egresos de los equipos y la mano de obra representan el mayor egreso de la contrata, por encima de lo planificado. Posteriormente se buscar todas las posibles causas que generan el mayor egreso, tanto para la mano de obra como para los equipos, a través de un diagrama de Ishikawa, identificadas las causas iniciales se jerarquiza la o las causas más importantes por medio de un diagrama de Pareto identificándose que los equipos no llegan a cumplir las horas de operación programadas por mes, lo que viene generando mayores costos de operación en los equipos.

Una vez identificada las causas principales se propone un conjunto de posibles soluciones que se relacionan directamente con los objetivos de la investigación.

4.3.2. HACER (DO)

En esta segunda etapa se ejecuta las posibles soluciones propuestas anteriormente, es decir, se trata de cumplir con los objetivos de la investigación, realizando los cambios para implantar la

mejora, para ello se deja un periodo de prueba de 6 meses para la prueba piloto donde se probará el funcionamiento antes de realizar los cambios a gran escala.

4.3.3. VERIFICAR (CHECK)

En esta siguiente etapa se verifica los resultados y el funcionamiento de las posibles soluciones, dentro del periodo de prueba, haciendo uso de histogramas y diagramas de Pareto. Si los resultados son favorables; es decir, se viene cumpliendo con los objetivos, se continua con la siguiente etapa, de ser lo contrario se vuelve a la etapa inicial para modificarla y ajustarla a los objetivos esperados.

4.3.4. ACTUAR (ACT)

Una vez verificado que se viene cumpliendo con los objetivos iniciales debemos prevenir la recurrencia del problema inicial, para ello procedemos a estandarizar los nuevos procesos a partir de los resultados obtenidos para realizar el seguimiento constante.

4.4. POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO DE INVESTIGACIÓN

4.4.1. POBLACIÓN

El conjunto de todos los casos que concuerdan con la investigación, está constituido por todos los equipos de carguío, acarreo y transporte en las labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación de la zona Nazareno de la mina Chipmo, U.E.A. Orcopampa.

4.4.2. MUESTRA

El tamaño de la muestra “*n*” está constituido por los equipos LHD (Load-Haul-Dump), palas de bajo perfil, Scooptram de 4.2 y camiones de bajo perfil, Dumper MT2010 de 20 toneladas; equipos que forman parte de la flota de limpieza del nivel 3340 de la zona Nazareno de la mina Chipmo, U.E.A. Orcopampa.

4.4.3. MUESTREO

Para el caso de los equipos del nivel 3340 de la zona Nazareno se utilizó el muestreo probabilístico aleatorio simple, debido a que los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos ya que los equipos de carguío y acarreo son de la misma capacidad y marca de la misma forma en los equipos de transporte en el nivel 3340 de la zona Nazareno.

4.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.5.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas usadas en la recolección de datos se basaron en la observación directa de los ciclos de carguío, acarreo y transporte de mineral y/o desmonte, así como la medición de la distancia de los diferentes tramos de acarreo y transporte.

Por otro lado, se recopiló datos por observación indirecta, de informes, estándares de mina y reportes de rendimiento de los equipos de carguío, acarreo y transporte, existentes en la base de datos de la contrata minera G&R de la Mina Chipmo en la U.E.A. Orcopampa.

4.5.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos para la siguiente investigación, se tienen instrumentos confiables, válidos y objetivos que se aplican a la población y muestra, se consideran los siguientes:

- Para registros de datos y mediciones:
 - Ficha de registro de control de tiempo de Scooptram.
 - Ficha de registro de control de tiempos de Dumper
- Para efectuar controles y mediciones
 - Un distanciómetro Bosh de 150 m de alcance.
 - Horómetros de Scooptram y Dumper.
 - Reloj digital con cronometro y precisión al segundo.

- Otros:
 - Plano Topográfico del Nivel 3340. (Anexo N° 08, 09 y 10)
 - Cuadro de distancias medidas de transporte de interior mina hacia los echaderos de mineral y desmonte del nivel 3340 y 3230 respectivamente. (Ver Anexo N°07)

4.6. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos de las diferentes etapas del ciclo de carguío, acarreo y transporte, se realizó durante la guardia día por ser el más congestionado, aplicándose los instrumentos de medición previamente elaborados, como son las fichas de registro de control de tiempos de los equipos, los que se ingresaron considerando el tipo de tiempo (Tiempo Neto de Operación, Demoras Operativas, Tiempo en Espera de Operación, Tiempo de Mantenimiento Programado y Tiempo de Mantenimiento No Programado), paralelo a ello se registró todos los tiempos de las diferentes actividades realizadas desde el reporte de guardia, desplazamiento de los equipos sin carga hacia los frentes de ataque y punto de carguío en interior mina, carguío, acarreo, transporte hacia los echaderos principales de mineral y desmonte respectivamente en el nivel 3340 y 3230.

La toma de datos no medidos obtenidos de los reportes de operación registrados y archivados por la contrata minera G&R, los estándares e informes del Área Ingeniería y planeamiento de la Mina Chipmo; se utilizó como datos comparativos de los rendimientos y ciclos de limpieza con Scooptram y Dumper.

4.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para la medición y operacionalización de la información obtenida mediante los instrumentos de recolección de datos se usó la estadística descriptiva e inferencial, apoyándonos con softwares:

- Software Aplicados:

- Procesador de texto – Word 2013
- Hoja de Cálculo – Excel 2013
- Graficados:
 - AutoCAD 2016

Para los datos procesados, se realizó un análisis cuantitativo y porcentual representado en gráfico de barras y líneas, así como la respectiva contrastación de la hipótesis empleando la “t” de Student.

CAPITULO V:
DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE RENDIMIENTO EN EQUIPOS DE
CARGUÍO, ACARREO Y TRANSPORTE – CICLO PDCA.

5.1. ANÁLISIS SITUACIONAL DE LAS OPERACIONES MINERAS - (PLAN)

Para realizar un análisis de la situación actual de las operaciones mineras en la zona Nazareno de la mina Chipmo, zona de trabajo de la contrata minera G&R; es necesario conocer los ingresos y egresos generados en la contrata minera hasta el momento.

Una de las herramientas más importantes y que facilita el manejo del análisis inicial es la curva “S” que permite visualizar la variación de los costos de la operación, entre lo proyectado y lo ejecutado y con la información obtenida para determinar si el desempeño de las operaciones requiere o no ajustes y la pronta identificación de las variables permite tomar acciones a tiempo y

así evitar riesgos futuros en el proyecto. A continuación, se muestra la curva “S” de los costos mensuales en el 2017.

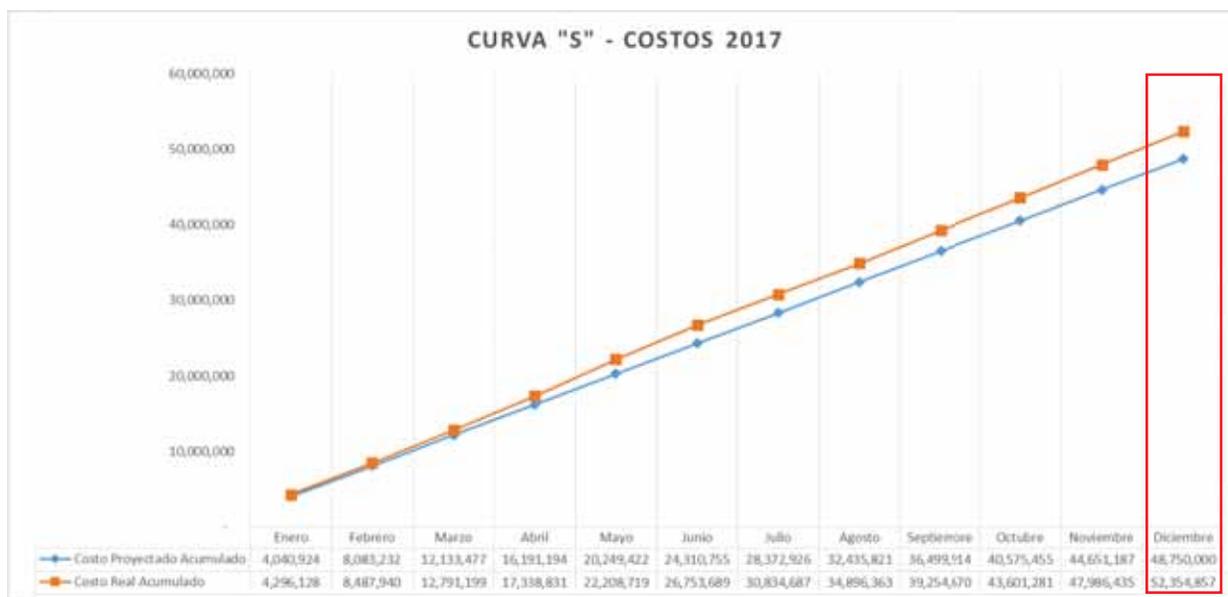
Tabla 5.1-1: Costos de operación Proyecto Vs. Ejecutado – G&R 2017

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Costo Real	Mensual	4,296,128	4,191,812	4,303,259	4,547,632	4,869,888	4,544,970
	Acumulado	4,296,128	8,487,940	12,791,199	17,338,831	22,208,719	26,753,689
Costo Proyectado	Mensual	4,040,924	4,042,308	4,050,245	4,057,717	4,058,228	4,061,333
	Acumulado	4,040,924	8,083,232	12,133,477	16,191,194	20,249,422	24,310,755

		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Costo Real	Mensual	4,080,998	4,061,676	4,358,307	4,346,611	4,385,154	4,368,422
	Acumulado	30,834,687	34,896,363	39,254,670	43,601,281	47,986,435	52,354,857
Costo Proyectado	Mensual	4,062,171	4,062,895	4,064,094	4,075,541	4,075,731	4,098,813
	Acumulado	28,372,926	32,435,821	36,499,914	40,575,455	44,651,187	48,750,000

Fuente: Área de costos y Productividad Contrata G&R

Gráfico 5.1-1: Curva “S” de los costos 2017 – G&R



Fuente: Área de costos y Productividad Contrata G&R

El gráfico N°5.1-1, muestra una variación entre el costo proyectado y el costo real ejecutado, sobre todo para el último semestre. Para el análisis inicial de la situación actual de las operaciones, realizamos un corte en el mes de diciembre, donde el acumulado del costo real ejecutado es mayor al acumulado del costo proyectado. Una vez identificada la variación de los costos del proyecto, se debe averiguar de qué es lo que está pasando para tomar acciones o medidas correctivas.

5.1.1. INGRESOS Y EGRESOS 2017

El indicador EBITDA es uno de los indicadores financieros más importantes a la hora de realizar el análisis fundamental de una empresa, ya que es el beneficio bruto de la explotación actual calculada antes de la deducibilidad de los gastos financieros. Para la búsqueda de las causas iniciales, el indicador EBITDA del último semestre de la contrata minera G&R del año 2017 es el siguiente:

Tabla 5.1-2: Indicador Financiero EBITDA G&R - 2017

INGRESOS	EJECUTADO Julio - 17		EJECUTADO Agosto - 17		EJECUTADO Setiembre - 17		EJECUTADO Octubre - 17		EJECUTADO Noviembre - 17		EJECUTADO Diciembre - 17	
S/. x m	2,188.33		2,160.98		1,896.58		1,881.59		1,928.19		1,911.48	
S/. x m3	144.18		144.95		126.76		149.61		125.73		111.94	
# Trabajadores	427		424		437		445		446		445	
MINA												
AVANCE LINEAL	556.60 S/.	1,218,025.25	743.62 S/.	1,606,950.90	697.90 S/.	1,323,619.84	810.87 S/.	1,525,722.05	774.36 S/.	1,493,111.80	677.89 S/.	1,295,775.89
CUBOS	6,230.22 S/.	898,275.28	6,410.84 S/.	929,248.30	6,584.02 S/.	834,573.39	7,332.28 S/.	1,096,979.45	6,150.91 S/.	773,375.64	5,995.00 S/.	671,093.99
TOTAL OPERACIÓN MINA		S/.	3,128,457.23		S/.	3,915,897.37		S/.	3,997,672.12		S/.	3,528,331.46
DOCUMENTOS RRHH												
TOTAL RRHH	S/.	95,919.42	S/.	145,335.90	S/.	125,159.26	S/.	126,168.26	S/.	183,020.36	S/.	234,050.62
OBRAS CIVILES												
TOTAL OBRAS CIVILES	S/.	291,670.83	S/.	332,323.48	S/.	306,499.94	S/.	289,065.95	S/.	351,618.00	S/.	369,350.26
PIQUE												
TOTAL PIQUE	S/.	153,350.40	S/.	143,177.67	S/.	273,245.99	S/.	173,143.95	S/.	-	S/.	107,296.91
TOTAL INGRESOS	S/.	3,669,397.88	S/.	4,536,734.42	S/.	4,086,097.58	S/.	4,586,050.27	S/.	4,062,969.82	S/.	4,057,270.51
EGRESOS												
TOTAL EGRESOS	S/.	-4,080,998.31	S/.	-4,061,675.93	S/.	-4,358,307.05	S/.	-4,346,611.34	S/.	-4,385,154.26	S/.	-4,368,421.61
UTIL. OPERATIVA (EBITDA)		-411,600.43		475,058.49		-272,209.47		239,438.93		-322,184.44		-311,151.10
												EBITDA
												-602,648.02

Fuente: Área de costos y Productividad Contrata G&R

La tabla N° 5.1-2, muestra el EBITDA de la contrata minera G&R del último semestre del 2017, donde se observa una utilidad operativa en negativo, esto resulta de la diferencia de los ingresos y egresos. Para identificar las causas de la variación de los costos, evaluaremos la estructura de los costos de producción para identificar y atacar la o las causas principales que viene generando mayores costos de producción y por ende una utilidad operativa en negativo.

5.1.2. COSTOS DE OPERACIÓN

Una vez identificada la utilidad operativa en negativo, evaluaremos los costos de operación buscando identificar la causa raíz y tomar medidas correctivas.

Para evaluar la variación de costos de producción analizaremos la estructura de costos relacionados con la producción, donde tenemos en cuenta la maquinaria y equipos, las

instalaciones, materiales e insumos y la mano de obra. A continuación, se muestra la estructura de costos obtenidos en el EBITDA de la contrata minera.

Tabla 5.1-3: Estructura de costos de operación - EBITDA

ITEM	EGRESOS	PROM. MENSUAL
1	Planilla - (Sueldos + Salarios + Colaterales + Bonos)	S/. 1,674,710.92
2	Planilla - Provisiones (LLyBB + Apot. Empl.)	S/. 1,370,218.03
3	Alquiler de Equipos – CMBSAA	S/. 208,647.65
4	Hospital y Examen Periodico – CMBSAA	S/. 15,286.58
5	Equipos Pesados - G&R (Mantto.- Rep.)	S/. 101,016.90
6	Equipos Pesados Nuevos - G&R (Leasing+Util.+Seg.)	S/. 125,300.43
7	Consumo Almacén – CMBSAA	S/. 527,997.98
8	Alquiler Equipos – Alquisur	S/. 130,783.20
9	Gastos Operativos Equipos G&R - Orcopampa	S/. 104,227.65
10	Multas + Descuentos	S/. 107,295.15
TOTAL EGRESOS		S/. 4,365,484.47

Fuente: Área de costos y productividad G&R

De la tabla N°5.1-3, podemos deducir que el mayor egreso se genera por la planilla (ítem 1 y 2), seguido de los costos en los equipos y maquinarias (ítem 3, 5, 6, 8 y 9), seguido de los materiales e insumos (ítem 7), seguido de los servicios varios (ítem 4) y finalmente los imprevistos (ítem 10). Agrupando los costos de acuerdo a su estructura tendríamos lo siguiente:

Tabla 5.1-4: Estructura de costos

ITEM	EGRESOS	PROM. MENSUAL
1	Planilla	S/. 3,044,928.95
2	Equipos	S/. 669,975.82
3	Almacén	S/. 527,997.98
4	Servicios	S/. 15,286.58
5	Imprevistos	S/. 107,295.15
TOTAL		S/. 4,365,484.47

Fuente: Área de costos y productividad.

La tabla N°5.1-4, nos muestra la estructura de los costos de operación en un promedio mensual, en los cuales se puede observar que los egresos mayores se encuentran en la planilla, los equipos y el almacén.

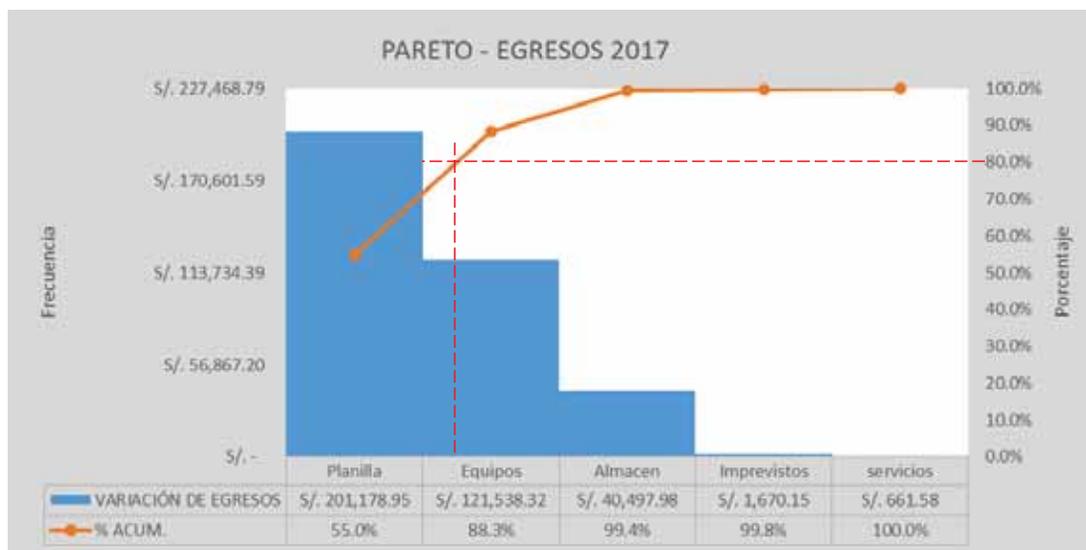
Para organizar y estudiar la variación en la estructura de los egresos nos enfocáremos en sus componentes específicos, utilizaremos el diagrama de Pareto para establecer prioridades de análisis y mejora continua, lo que se muestra a continuación:

Tabla 5.1-5: Variación los costos de operación 2017

ITEM	EGRESOS	PROM. MENS. EJECUTADO	PROM. MENS. PROYECTADO	VARIACIÓN DE EGRESOS	%	% ACUM.
1	Planilla	S/. 3,044,928.95	S/. 2,843,750.00	S/. 201,178.95	55.0%	55.0%
2	Equipos	S/. 669,975.82	S/. 548,437.50	S/. 121,538.32	33.2%	88.3%
3	Almacén	S/. 527,997.98	S/. 487,500.00	S/. 40,497.98	11.1%	99.4%
4	Imprevistos	S/. 107,295.15	S/. 105,625.00	S/. 1,670.15	0.5%	99.8%
5	Servicios	S/. 15,286.58	S/. 14,625.00	S/. 661.58	0.2%	100.0%
TOTAL		S/. 4,365,484.47	S/. 4,062,500.00	S/. 365,546.97	100.0%	

Fuente: Área de costos y productividad.

Gráfico 5.1-2: Diagrama de Pareto de egresos 2017.



Fuente: Área de costos y productividad.

Del diagrama de Pareto establece que el orden de las prioridades para la toma de decisiones está en atacar inicialmente la variación en egresos en la planilla y en los equipos.

De acuerdo a las condiciones de trabajo en la mina Chipmo, en cuanto a la variación de los egresos en la planilla, no se puede realizar cambios significativos por la sindicalización de

trabajadores de compañía y de contrata; por lo que se debe analizar la variación de los egresos en los equipos y maquinarias.

5.1.3. ANÁLISIS DEL EGRESO EN EQUIPOS

La estructura de los egresos del 2017 muestra que el egreso en los equipos se distribuye en egresos por el alquiler de los equipos de Cía., egresos por mantenimiento de equipos, egresos por equipos nuevos, egresos por alquiler de equipos y gastos operativos en equipos.

Para realizar un análisis de la variación de los egresos que se generan por conceptos de equipos y maquinarias tenemos que conocer los equipos y el ciclo de trabajo de los equipos en la zona Nazareno, y de acuerdo al planteamiento del problema se realizará el análisis de los equipos de carguío, acarreo y transporte del último semestre del 2017 para determinar las posibles causas que generan el incremento de los costos operativos en los equipos con respecto al programado.

5.1.3.1. Análisis del ciclo de carguío y acarreo

La Contrata minera G&R cuenta con los siguientes equipos asignados: en alquiler de la compañía minera, 11 equipos para el acarreo (02 Scooptram Eléctrico de 0.8 Yd3, 04 Scooptram Eléctrico de 1.0 Yd3, 03 Scooptram Eléctrico de 3.5 Yd3 y 02 Scooptram Eléctrico de 2.2 Yd3), y la contrata cuenta con 07 Scooptram diésel con capacidad de 4.2 Yd3 (Ver anexo N°02).

A. Revisión de la información

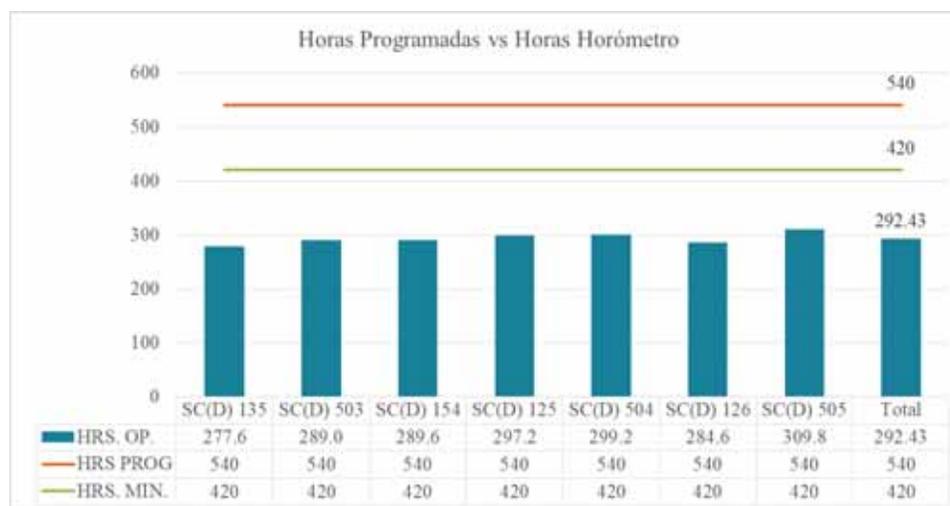
Se realiza la recopilación de la información de los equipos de acarreo y carguío de la zona Nazareno del último semestre del 2017, a partir de los reportes de operación y los check list almacenados y registrados por la contrata especializada G&R, donde se considera como hora de ingreso 7:00 am/pm y horario de salida 6:00 pm/am, es importante mencionar que el horario de chispeo es a las 5:45 am/pm.

Tabla 5.1-6: Resumen de horas de operación mensual de los Scooptram de 4.2 Yd3.

CÓD. EQUIPO	HRS PROG	HRS. MIN.	HRM. INICIAL	HRM. FINAL	HRS. OP.	HRS. MTTO.
SC(D) 125	540	420	2144.6	2422.2	277.6	124.3
SC(D) 126	540	420	171.3	460.3	289.0	110.1
SC(D) 135	540	420	18214.1	18503.7	289.6	129.9
SC(D) 154	540	420	18783.6	19080.8	297.2	112.7
SC(D) 503	540	420	23228.9	23528.1	299.2	112.1
SC(D) 504	540	420	9104.4	9389	284.6	111.9
SC(D) 505	540	420	3607.2	3917	309.8	112.8
Total	540	420	10750.59	11043.01	292.43	116.26

Fuente: Resumen de la base de datos de la contrata minera G&R

Gráfico 5.1-3: Resumen mensual de horas de operación, Scooptram 4.2 Yd3



Fuente: Área de costos y productividad G&R

5.1.3.2. Proceso de transporte

La Contrata minera G&R cuenta con los siguientes equipos asignados: cuenta con 04 camiones de bajo perfil, Dumper de 20 TM de capacidad nominal (Ver anexo N°02) para el transporte de material (mineral o desmonte) desde los puntos de carguío hasta los echaderos en los niveles principales.

B. Revisión de la información

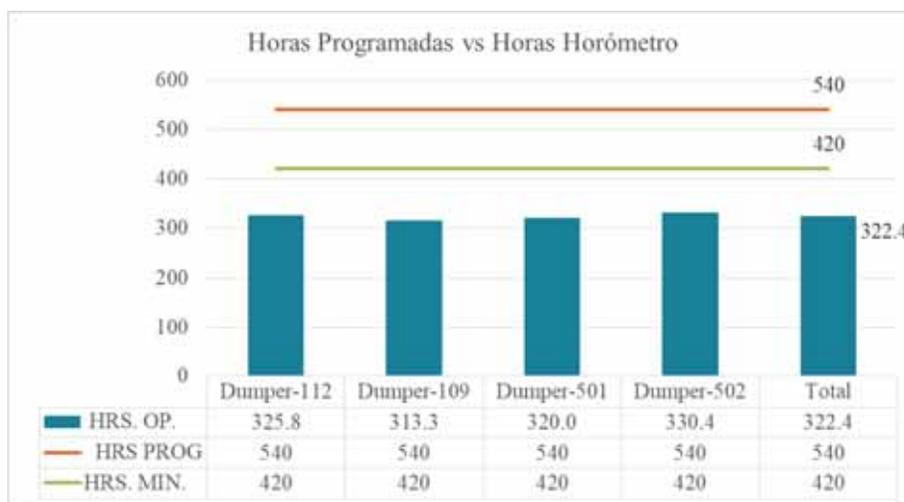
Se realiza la recopilación de la información de los equipos de transporte de la zona Nazareno, del último semestre del 2017, a partir de los reportes de operación y los check list almacenados y registrados por la contrata especializada G&R, donde se considera como hora de ingreso 7:00 am/pm y horario de salida 6:00 pm/am, es importante mencionar que el horario de chispeo es a las 5:45 am/pm.

Tabla 5.1-7: Resumen de horas de operación mensual de los Dumper MT2010 de 10 Ton.

COD.	HRS PROG	HRS. MIN.	HRM. INICIAL	HRM. FINAL	HRS. OP.	HRS. MTTO.
Dumper-112	540	420	8208.3	8534.1	325.8	116.6
Dumper-109	540	420	8776.8	9090.1	313.3	118.1
Dumper-501	540	420	3226.0	3546.0	320.0	117.8
Dumper-502	540	420	3606.3	3936.7	330.4	111.1
Total	540	420	5954.35	6276.73	322.4	115.9

Fuente: Resumen de la base de datos de la contrata minera G&R.

Gráfico 5.1-4: Grafica de las horas de operación de los Dumper MT2010 de 10 Ton.



Fuente: Área de Costos de la Contrata G&R

5.1.4. DIAGNÓSTICO INICIAL

El análisis inicial arroja los siguientes diagnósticos:

- De acuerdo al contrato, los equipos deben de cumplir 540 horas de operación al mes y de no cumplir, al menos deben de cumplir 420 horas mínimas de operación.
- Del análisis de la información, se tiene que los equipos presentan una baja operatividad debido a que no alcanzan las horas programadas ni las horas mínimas por mes; los Scooptram y Dumper registran 292.43 horas y 322.4 horas respectivamente.
- Del análisis de la información, se tiene que las horas de mantenimiento superan las 81 horas programadas, llegando a 116 horas de mantenimiento por mes lo que perjudica el normal cumplimiento de las horas de operación tanto en equipos propios y alquilados.
- Del análisis del costo de producción, se tiene que el mayor costo se da por el pago de los equipos alquilados a compañía y a terceros, esto debido a que se paga por horas mínimas; y en caso de los equipos propios, si no llegan a sus horas mínimas, se incurren en penalidades o multas.
- Es importante mencionar que el horario de ingreso y salida para el turno día es de 8:00 am a 7:00 pm y para el turno noche es desde 8:00 pm a 7:00 am y que el horario de chispeo es a las 6:30 am/pm.

5.1.5. IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS

Una vez conocida el diagnóstico inicial, procedemos a la búsqueda de las principales causas que son responsables de la baja operatividad de los equipos para obtener las mejores soluciones; esto a través de un diagrama de causa y efecto.

A continuación, se muestra una lista de las causas que pueden estar generando la baja operatividad de los equipos:

Tabla 5.1-8: Lista de las causas identificadas con puntaje.

Área de Costos y productividad	Puntaje
Desconocimiento de Indicadores de rendimiento	8.00
Desconocimiento de tiempos reales del ciclo de carguío, acarreo y transporte	5.00
Media	6.50

Método – Operación	Puntaje
Mal manejo y distribución de los equipos por parte de los supervisores de primera línea e ingenieros	6.00
Espera de Dumper / Scooptram	5.00
Cámaras de acumulación llenas	5.00
El re manipuleo de material por la falta de transporte de los mismos	4.00
Falta de frentes de trabajo y Mala coordinación / falta de orden de trabajo	4.00
Media	4.20

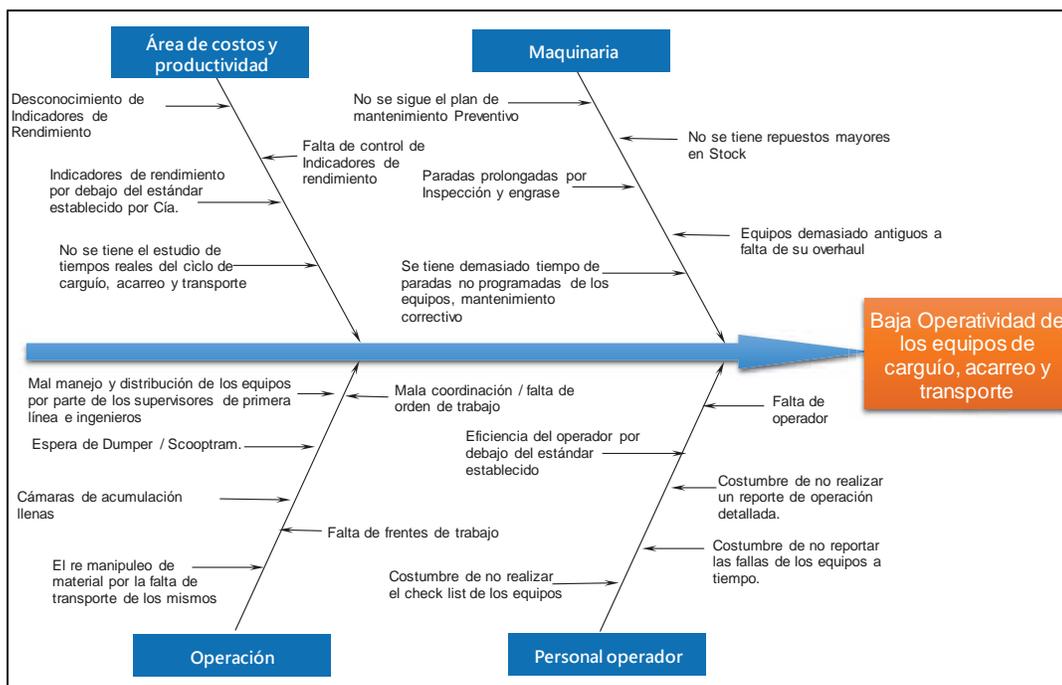
Maquinarias	Puntaje
No se sigue el plan de mantenimiento programado	4.00
Paradas prolongadas por inspección y engrase	3.00
No se tiene stock de repuestos de alta rotación	1.00
Se tiene demasiado tiempo de paradas no programadas de los equipos, mantenimiento correctivo	1.00
Equipos demasiado antiguos a falta de su overhaul	2.00
Media	1.80

Mano de obra	Puntaje
Eficiencia del operador por debajo del estándar establecido	3.00
Costumbre de no realizar un reporte de operación detallada	2.00
Falta de operador	3.00
Costumbre de no realizar un reporte de operación detallada.	3.00
Costumbre de no realizar el check list de los equipos	3.00
Costumbre de no reportar las fallas de los equipos a tiempo	3.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5.1-8, se tiene un listado de las causas que pueden estar generando la baja operatividad de los equipos de carguío, acarreo y transporte. Un punto importante es colocar un puntaje para cada una de las causas, con el objetivo de encontrar cuales son las causas más relevantes y que impactan de manera más directa para el problema en cuestión.

Gráfico 5.1-5: Diagrama de causa – efecto bajo rendimiento de los equipos



Fuente: Elaboración propia.

5.1.6. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES

En función a la importancia de las causas identificadas, procedemos a elaborar planes de acción para resolver o mejorar la operatividad de los equipos de carguío, acarreo y transporte.

Tabla 5.1-9: Contramedidas para las causas identificadas en el diagrama de causa y efecto

Causas	Está relacionado con	Plan de Acción
Desconocimiento de Indicadores de rendimiento	Área de Costos y productividad	Determinar indicadores de rendimiento
Desconocimiento de tiempos reales del ciclo de carguío, acarreo y transporte	Área de Costos y productividad	Realizar un estudio de tiempos
No se sigue el plan de mantenimiento programado	Maquinarias	cumplir con el plan de mantenimiento
Paradas prolongadas por inspección y engrase	Maquinarias	Seguimiento a la inspección y engrase
Eficiencia del operador por debajo del estándar establecido	Mano de obra	Capacitación y entrenamiento
Costumbre de no realizar un reporte de operación detallada	Mano de obra	Capacitación y entrenamiento

Fuente: Elaboración propia

5.2. ESTUDIO DE MEJORA (DO)

De acuerdo al planteamiento de soluciones se realizará estudios para poner en marcha el plan de acción propuesto: determinar un conjunto de indicadores de rendimiento para mejorar la productividad de los equipos de carguío, acarreo y transporte, tomando una prueba piloto en un lapso de 06 meses como lo recomienda el ciclo de mejora continua PDCA.

5.2.1. ESTÁNDARES DE REFERENCIA Y VALORES A ALCANZAR

Cía. De Minas Buena ventura establece parámetros mínimos de cumplimiento sobre los cuales se comparará el valor obtenido, para a partir de ello, determinar si se cumple o no con lo establecido. Los parámetros mencionados de Cía. Se basan en sus estándares.

Tabla 5.2-1: Parámetros de Cía. De Minas Buenaventura

Equipo	Horas de Oper. (Horas)	Horas mín. (Horas)	Horas de Mantto. (Horas)	Disponibilidad (%)	Utilización (%)
Scooptram	540	420	81	0.85	0.75
Dumper	540	420	81	0.85	0.75

Fuente: Planeamiento mina Chipmo

Tabla 5.2-2: Parámetros de limpieza – Mina Chipmo

Ítem	Actividad	Estándar	Unidad
1	Ciclo de acarreo/viaje	5.00	Minutos
2	ciclo de carguío/cuchara	1.50	Minutos
3	Toneladas / Viaje - desmonte	5.31	Ton
4	Toneladas / Viaje - mineral	6.08	Ton
5	Nº viajes por hora	9.00	viajes/hora
6	Eficiencia Horaria	45.00	Ton / Hora
7	Eficiencia por guardia	405.00	Ton / Gdia
8	Eficiencia por día	810.00	Ton / día
9	Eficiencia por mes	24300.00	Ton / mes

Fuente: Planeamiento mina Chipmo

Tabla 5.2-3: Parámetros de transporte – Mina Chipmo

Descripción	Estándar	Unidad
Ciclo de Transporte	25.00	Minutos
Ton transporte. por ciclo/desmonte	13.85	Ton
Ton transporte. por ciclo/mineral	15.84	Ton
Velocidad con carga	6.06	Km/hora
Velocidad sin carga	11.33	Km/hora
Nº de viajes por hora	2.40	Nº Viajes/hora
Eficiencia Horaria	30.00	Ton / Hora
Eficiencia por guardia	270.00	Ton / Gdia
Eficiencia por día	540.00	Ton / día
Eficiencia por mes	16200.00	Ton / mes

Fuente: Planeamiento mina Chipmo

5.2.2. ESTUDIO DE TIEMPOS EN EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO

De acuerdo al diagnóstico inicial, actualmente no se conoce los parámetros y el ciclo real de carguío, acarreo y transporte, por lo que realizaremos el estudio de tiempos al proceso de limpieza y transporte de mineral y/o desmonte.

Del estudio de tiempos realizados en los equipos de carguío y acarreo de 4.2 Yd³ en el nivel 3340 de la zona Nazareno (Ver Anexo N°5), se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 5.2-4: Estudio de tiempos en equipo de carguío y acarreo en la zona Nazareno.

Tipo de Actividad		Tiempo por tipo de Actividad		
		Minutos	Horas	%
Tiempo Neto de Operación	(T.N.O.)	300.82	5.01	40%
Demoras en Operación	(D.O.)	364.72	6.08	48%
Tiempo en Espera de Operación	(T.E.O.)	68.40	1.14	9%
Mantenimiento Programado	(M.P.)	0.00	0.00	0%
Mantenimiento No Programado	(M.N.P.)	19.34	0.32	3%
Tiempo Total Medido		753.28	12.55	100%

Fuente: Datos de medición propia.

Gráfico 5.2-1: Estudio de tiempos en equipos de carguío y acarreo en el nivel 3340



Fuente: Datos de medición propia.

El gráfico N°5.2-1 nos muestra el promedio de horas empleadas por el Scooptram por tipo de actividad y se observa que las demoras operativas (de color naranja) es la que tiene mayor incidencia en el ciclo de carguío y acarreo, el cual toma un porcentaje de 48 % del total de tiempo programado, lo que equivale a 6.08 horas de la guardia completa, lo que se debe en su mayoría a la espera por Dumper para el carguío, cola en la cámara de carguío y mala distribución de equipos de transporte para cada equipo de carguío designado.

5.2.3. ESTUDIO DE TIEMPO EN EQUIPOS DE TRANSPORTE

El estudio de tiempos realizados en los equipos de transporte, Dumper MT2010 en el nivel 3340 de la zona Nazareno, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 5.2-5: Estudio de tiempos en equipo de transporte en la zona Nazareno.

Tipo de Actividad	Tiempo por tipo de Actividad		
	Minutos	Horas	%
Tiempo Neto de Operación (T.N.O.)	261.23	4.35	36%
Demora en Operación (D.O.)	378.07	6.30	53%
Tiempo en Espera de Operación (T.E.O.)	80.69	1.34	11%
Mantenimiento Programado (M.P.)	0.00	0.00	0%
Mantenimiento No Programado (M.N.P.)	0.00	0.00	0%
Tiempo Total Medido	720.00	12.00	100%

Fuente: Datos de medición propia.

Gráfico 5.2-2: Estudio de tiempos en equipos de transporte en el nivel 3340



Fuente: Datos de medición propia.

El gráfico N°5.2-2, nos muestra el promedio de horas empleadas por el Camión de bajo perfil por tipo de actividad y se observa que las demoras operativas (de color naranja) es la que tiene mayor incidencia en el ciclo de transporte, el cual toma un porcentaje de 53 % del total de tiempo

programado, lo que equivale a 6.30 horas de la guardia completa, lo que se debe en su mayoría a la espera por Scooptram para el carguío, cola en la cámara de carguío, deficiencias en la coordinación y mala distribución de equipos de transporte para cada equipo de carguío designado.

5.2.4. FORMATO DE REPORTE DIARIO DE OPERACIÓN DE EQUIPOS

Conjuntamente con el área de productividad de Mina Chipmo, se elaboró formatos de control de operación para los Scooptram, Dumper, Jumbos, Mini cargador, etc. con el objetivo de uniformizar los indicadores de rendimiento en todas las contratas de la mina Chipmo, tal es el caso de la contrata G&R. En el formato se detalla las horas netas de operación, las demoras operativas, las horas en espera de operación y las horas de mantenimiento, cada una codificada adecuadamente. El formato nos ayudará a identificar con mayor precisión las falencias dentro de la operación diaria de los equipos y mediante un registro y cálculo de indicadores de rendimiento de manera diaria, semanal y mensual nos permitirá alertar de forma oportuna la toma de decisiones en niveles superiores de la organización.

5.2.5. CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO A OPERADORES

La implementación del formato de reporte diario de operación involucra una serie de capacitaciones y entrenamiento en sala de capacitación como en campo en cuanto al correcto llenado e identificación de las actividades realizadas; para lo que se entregó una cartilla que codifica cada actividad para el llenado del formato.

La falta de operadores en algunas guardias es un factor determinante en el desarrollo de las operaciones, debido a que la mina se encuentra en vías de mecanización, el promover operadores de equipo se ha vuelto en la forma más sencilla de cubrir vacantes disponibles en la operación a diferencia de la contratación externa.

Imagen 5.2-3: Capacitación a operadores por Compañía



Fuente: Elaboración propia

5.2.6. DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS

Para evitar las demoras operativas identificadas en el análisis inicial y en el estudio de tiempos realizado, se implementa una pizarra de distribución y localización de los equipos en interior mina, en este pizarrín cada operador de Scooptram i/o Dumper registrará la ubicación final de los equipos para minimizar el tiempo de búsqueda de los equipos en la guardia entrante. Adicionalmente se

focalizará los trabajos en el nivel 3340, nivel de mayor producción de la contrata G&R. El otro nivel de desarrollo de la contrata G&R es el nivel 3230, nivel donde se trabajará con 03 Scooptram y con un Dumper, para continuar con el ciclo de minado.

Imagen 5.2-4: Pizarra de distribución de equipos

EQUIPO N°	LABOR/REFER	ESTADO	EQUIPO N°	LABOR/REFER	ESTADO
SC-21	CA-453		J-09		
SC-36	CAM 47		J-18		
SC-38		OP	J-20		
SC-37		OP	J-21		
SC-115	CA-472	OP	J-22		
SC-114	CA-520	OP	J-23	CA-535	
SC-302	CAM 548		EMP-302	TALLER M	
SC-302			EMP-302	TALLER	

Fuente: Elaboración propia

5.2.7. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Una vez determinada las condiciones iniciales del ciclo de limpieza y transporte a través del estudio de tiempos y la implementación de los nuevos formatos conjuntamente con la capacitación a los operadores; procedemos a realizar el seguimiento y a recopilar información durante el periodo de prueba, 06 mese establecidos anteriormente. En esta etapa se determinan los parámetros que contribuyen con la determinación de indicadores de desempeño.

5.2.8. INDICADORES DE RENDIMIENTO EN EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO

En cumplimiento a las medidas de control o contramedidas adoptadas para incrementar la productividad de los equipos y reducir los costos de operación en equipos, procedemos al cálculo de los indicadores de rendimiento tomando como periodo de prueba 06 meses, de enero a junio del 2018.

5.2.8.1. Parámetros del ciclo de acarreo y carguío

Los parámetros considerados para el cálculo de los indicadores de rendimiento en equipos de carguío y acarreo representan el estudio de tiempo realizado, la capacitación realizada, las mejoras en la distribución de equipos y el seguimiento que se le vino dando durante el periodo de prueba establecido:

Tabla 5.2-6: Parámetros del ciclo del Scooptram

Nº	ACTIVIDAD	ST(D)504	ST(D)503	ST(D)154	ST(D)125	PROM	UNIDAD
1	Ciclo de acarreo	6.73	5.24	6.23	5.49	5.92	Minutos
2	ciclo de carguío	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	Minutos
3	Toneladas /Viaje - desmonte	5.31	5.31	5.32	5.30	5.31	Ton
4	Toneladas /Viaje - mineral	6.08	6.08	6.07	6.08	6.08	Ton
5	Nº viajes por hora	7.7	9.8	8.3	9.3	8.8	viajes/hora
6	Eficiencia Horaria	43.72	55.50	47.05	53.12	49.85	Ton / Hora
7	Eficiencia por guardia	349.78	444.03	376.41	424.95	398.79	Ton / Gdia
8	Eficiencia por día	699.56	888.06	752.83	849.89	797.59	Ton / día
9	Eficiencia por mes	20986.93	26641.74	22584.83	25496.74	23927.56	Ton / mes

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.2-7: Promedio de horas mensuales registradas de los Scooptram de 4.2 Yd3

CÓD. EQUIPO	HRS. MIN.	HRS PROG	HRM. INICIAL	HRM. FINAL	HRS. OP.	INSP ENGR	MTTO. PREV	MTTO. CORR.	HRS. FALLA
SC(D) 135	420	540	2422.2	2811.85	389.65	7.6	21.2	33.4	10.1
SC(D) 503	420	540	460.3	845.9	385.6	7.8	18.5	30.5	12.3
SC(D) 154	420	540	18503.7	18895.6	391.9	7.6	18.3	35.9	10.3
SC(D) 125	420	540	19080.8	19456.42	375.62	6.2	24.6	34.6	10.3
SC(D) 504	420	540	23528.1	23924.68	396.58	6.9	20.3	36.3	10.7
SC(D) 126	420	540	9389	9776.23	387.23	7.8	20.2	32.4	12.7
SC(D) 505	420	540	3917	4307.84	390.84	6.5	24.2	33.3	11.8
Total	420	540	11043.0	11431.2	388.2	7.2	21.0	33.8	11.2

Fuente: Base de datos del periodo de prueba.

A. Disponibilidad (A)

$$\text{Disponibilidad (A)} = \frac{\text{Tiempo total Programado (TTP)} - \text{Tiempo de Mantenimiento(TM)}}{\text{Tiempo Total Programado (TTP)}}$$

Dónde:

- *Tiempo total Programdo (TTP) = 540 HRS*
- $(TM) = \text{INSP Y ENGR} + \text{MNTO PREV} + \text{MNTO CORR} + \text{HRS. FALLA}$

$$(TM) = 7.2 + 21.0 + 33.8 + 11.2 = 73.2 \text{ HRS}$$

$$\text{Disponibilidad (A)} = \frac{540 - 73.2}{540}$$

$$\text{Disponibilidad (A)} = \mathbf{86.4\%}$$

B. Utilización / Uso de la disponibilidad (UA)

$$\text{Utilización (UA)} = \frac{\text{Tiempo Neto de Operación (TNO)}}{\text{Tiempo Total Programado (TTP) - Tiempo de Mantenimiento (MP)}}$$

Donde:

- *Tiempo Neto de Operación (TNO) = HRS. OP. = 388.2 HRS*
- *Tiempo total Programdo (TTP) = 540 HRS*
- *Tiempo de Mantenimiento (TM) = 33.8 + 11.2 = 44.9 HRS*

$$\text{Utilización (UA)} = \frac{388.2}{540 - 44.9}$$

$$\text{Utilización (UA)} = \mathbf{78.4\%}$$

Tabla 5.2-8: Indicadores de rendimiento de los Scooptram de 4.2 Yd3, periodo de prueba

CÓD. EQUIPO	HRS. MIN.	HRS PROG	HRS. OP.	HRS. MTTO	# FALLA	DISP.(%)	UTIL.(%)
SC(D) 135	420	540	389.65	72.3	7.16	86.6%	78.5%
SC(D) 503	420	540	385.6	69.1	5.62	87.2%	77.6%
SC(D) 154	420	540	391.9	72.1	7.00	86.6%	79.4%
SC(D) 125	420	540	375.62	75.7	7.35	86.0%	75.9%
SC(D) 504	420	540	396.58	74.2	6.93	86.3%	80.4%
SC(D) 126	420	540	387.23	73.1	5.76	86.5%	78.2%
SC(D) 505	420	540	390.84	75.8	6.42	86.0%	79.0%
Total	420	540	388.2	73.2	6.61	86.4%	78.4%

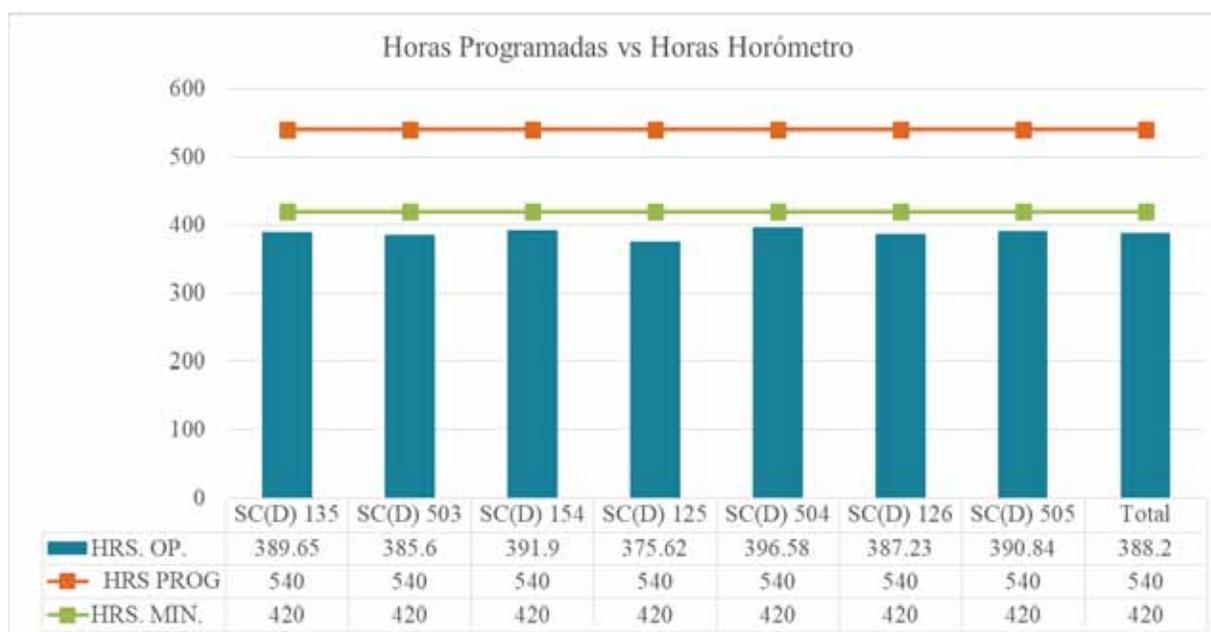
Fuente: Base de datos del periodo de prueba, Contrata minera G&R.

Tabla 5.2-9: Indicadores de rendimiento de Scooptram 4.2 Yd3 – Acumulado.

MES	DISP. PROG (%)	UTIL. PROG (%)	DISP. EJECT (%)	UTIL. EJECT. (%)
Ene-18	85%	75%	86.6%	78.5%
Feb-18	85%	75%	87.2%	77.6%
Mar-18	85%	75%	86.6%	79.4%
Abr-18	85%	75%	86.0%	75.9%
May-18	85%	75%	86.3%	80.4%
Jun-18	85%	75%	86.5%	78.2%
Total	85.0%	75.0%	86.5%	78.3%

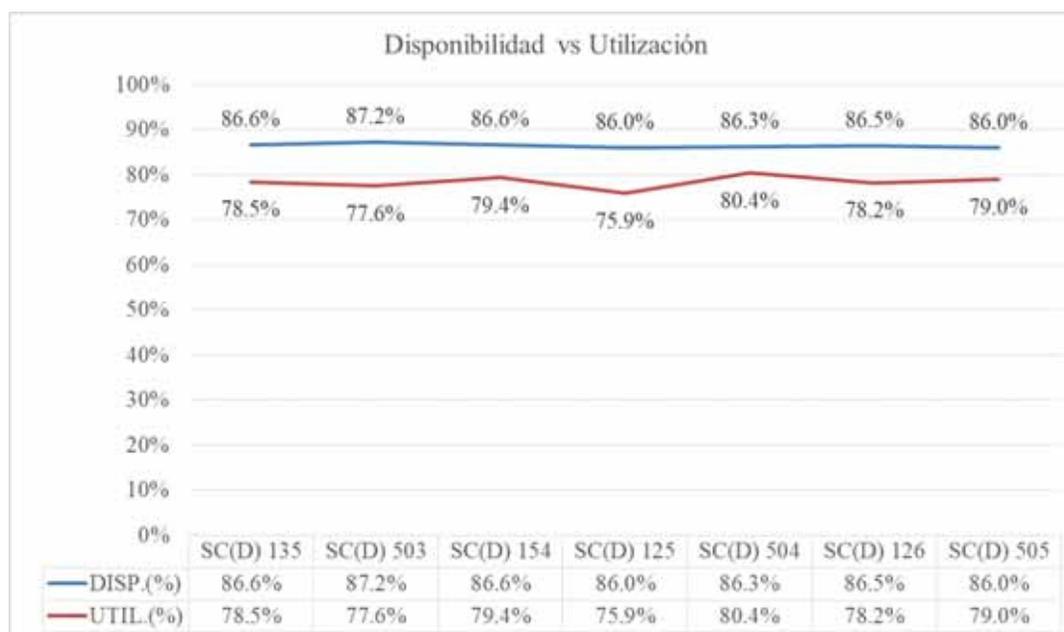
Fuente: Base de datos del periodo de prueba, Contrata minera G&R.

Gráfico 5.2-3: Horas de operación vs. Horas ejecutadas - Scooptram



Fuente: Datos de medición propia

Gráfico 5.2-4: Grafico de la Disponibilidad Vs Utilización - Promedio



Fuente: Base de datos del periodo de prueba, Contrata minera G&R.

Gráfico 5.2-5: Grafico de la Disponibilidad Vs Utilización - Acumulado



Fuente: Base de datos del periodo de prueba, Contrata minera G&R.

5.2.8.2. Parámetros del ciclo de transporte

Los parámetros considerados para el cálculo de los indicadores de rendimiento en equipos de transporte representan el estudio de tiempo realizado, la capacitación realizada, las mejoras en la distribución de equipos y el seguimiento que se le vino dando durante el periodo de prueba establecido:

Tabla 5.2-10: Parámetros obtenidos en el estudio de tiempos a los Dumper MT2010

Descripción	Dumper 109	Dumper 111	Dumper 501	Dumper 502	PROM.	Unidad
Ciclo de Transporte	28,50	28,50	25,46	23,94	26,60	Minutos
Ton transporte por ciclo/desmote	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	Ton
Ton transporte por ciclo/mineral	15,84	15,84	15,84	15,84	15,84	Ton
Velocidad con carga	6,10	6,02	6,06	6,05	6,06	Km/hora
Velocidad sin carga	11,38	11,30	11,25	11,40	11,33	Km/hora
N° de viajes por hora	1,89	1,89	2,12	2,26	2,04	N°Viaj/hra
Eficiencia Horaria	28,12	28,12	31,48	33,48	30,30	Ton / Hora
Eficiencia por guardia	224,99	224,99	251,84	267,82	242,41	Ton / Gdia
Eficiencia por día	449,98	449,98	503,68	535,64	484,82	Ton / día
Eficiencia por mes	13499,53	13499,53	15110,49	16069,30	14544,71	Ton / mes

Fuente: Datos de medición propia

Tabla 5.2-11: Promedio de horas mensuales registradas de los Dumper MT 2010

COD.	HRS. MIN.	HRS PROG	HRM. INICIAL	HRM. FINAL	HRS. OP.	INSP ENGR	MTO. PREV	MTO. COR.	HRS. FALLA
Dumper-502	420	540	4028.7	4446.3	417.5	4.7	25.8	25.3	10.3
Dumper-112	420	540	8484.1	8904.4	420.4	4.3	21.8	20.5	14.3
Dumper-109	420	540	9178.1	9612.3	434.3	3.6	23.5	19.9	9.1
Dumper-501	420	540	3614.0	4043.3	429.4	4.5	23.8	17.2	13.3
Total	420	540	6326.2	6751.6	425.4	4.2	23.7	20.7	11.7

Fuente: Base de datos del periodo de prueba

A. Disponibilidad (A)

$$\text{Disponibilidad (A)} = \frac{\text{Tiempo total Programado (TTP)} - \text{Tiempo de Mantenimiento(TM)}}{\text{Tiempo Total Programado (TTP)}}$$

Dónde:

- *Tiempo total Programado (TTP) = 540 HRS*

- *Tiempo de Mantenimiento (TM)* = 4.5 + 13.7 + 19.2 + 9.5 = 60.4 HRS

$$\text{Disponibilidad (A)} = \frac{540 - 60.4}{540}$$

$$\underline{\underline{\text{Disponibilidad (A) = 88.8\%}}}$$

B. Utilización / Uso de la disponibilidad (UA)

$$\text{Utilización (UA)} = \frac{\text{Tiempo Neto de Operación (TNO)}}{\text{Tiempo Total Programado (TTP) - Tiempo de Mantenimiento (MP)}}$$

Donde:

- *Tiempo Neto de Operación (TNO)* = HRS. OP. = 425.4 HRS
- *Tiempo total Programado (TTP)* = 540 HRS
- *Tiempo de Mantenimiento (TM)* = 20.7 + 11.7 = 32.4 HRS

$$\text{Utilización (UA)} = \frac{425.4}{540 - 32.4}$$

$$\underline{\underline{\text{Utilización (UA) = 83.8\%}}}$$

Tabla 5.2-12: Indicadores de rendimiento de los Dumper MT2010

COD.	HRS. MIN.	HRS PROG	HRS. OP.	# FALLA	DISP. (%)	UTIL. (%)
Dumper-502	420	540	417.5	 6.4	 87.8%	 82.8%
Dumper-112	420	540	420.4	 4.3	 88.7%	 83.2%
Dumper-109	420	540	434.3	 6.2	 89.6%	 85.0%
Dumper-501	420	540	429.4	 4.4	 89.1%	 84.3%
Total	420	540	425.4	 5.3	 88.8%	 83.8%

Fuente: Base de datos del periodo de prueba

Tabla 5.2-13: Indicadores de rendimiento de Dumper MT2010 – Acumulado

MES	DISP. PROG (%)	UTIL. PROG (%)	DISP. EJECT (%)	UTIL. EJECT. (%)
Ene-18	85%	75%	87.8%	82.8%
Feb-18	85%	75%	88.7%	83.2%
Mar-18	85%	75%	89.6%	85.0%
Abr-18	85%	75%	89.1%	84.3%
May-18	85%	75%	88.8%	83.8%
Jun-18	85%	75%	88.8%	83.8%
Total	85.0%	75.0%	88.8%	83.8%

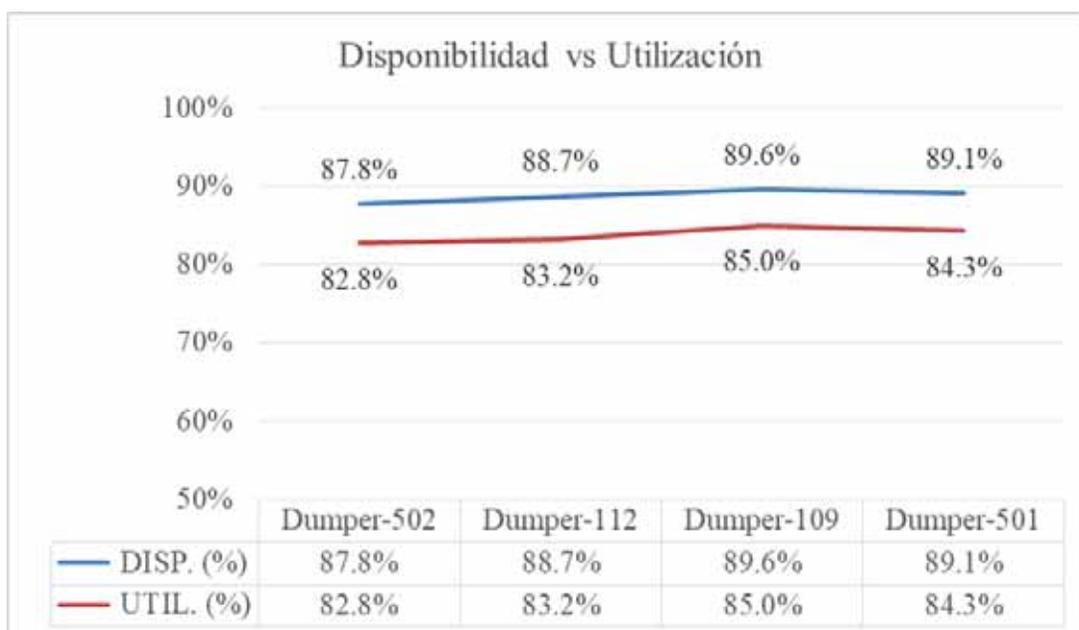
Fuente: Base de datos del periodo de prueba

Gráfico 5.2-6: Horas de operación vs. Horas ejecutadas - Scooptram



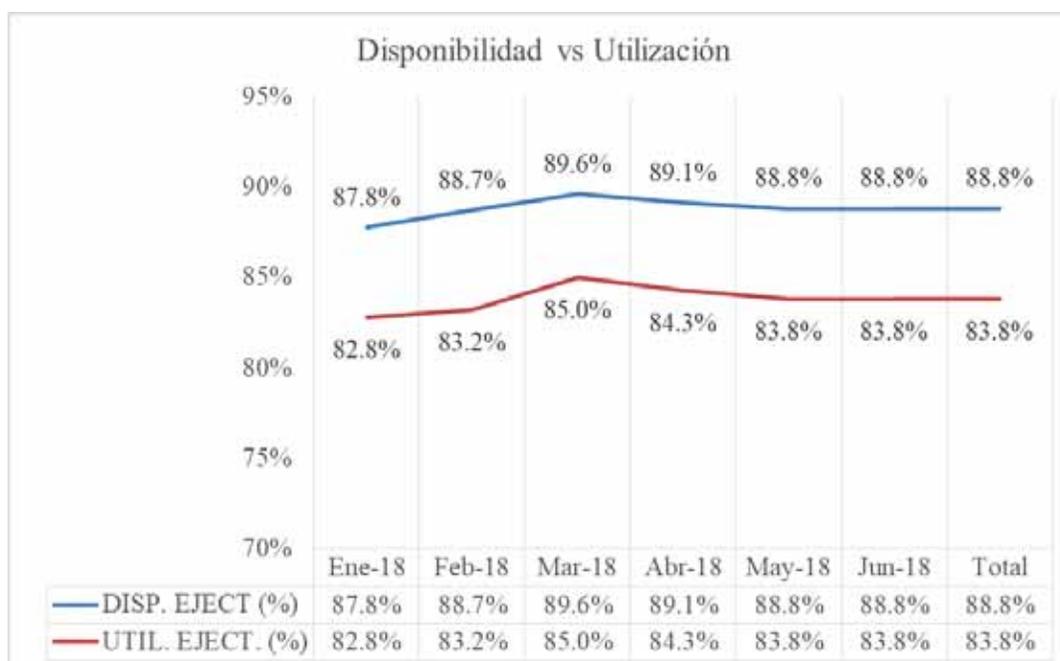
Fuente: Datos de medición propia

Gráfico 5.2-7: Grafico de la Disponibilidad Vs Utilización - Promedio



Fuente: Base de datos del periodo de prueba.

Gráfico 5.2-8: Grafico de la Disponibilidad Vs Utilización - Acumulado



Fuente: Base de datos del periodo de prueba.

5.2.9. CONFIABILIDAD DE EQUIPOS DE CARGUÍO, ACARREO Y TRANSPORTE

La confiabilidad de los equipos viene a ser la capacidad de los equipos para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante de tiempo o durante un intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado; es decir, que el equipo trabaja continuamente durante un periodo de tiempo dado, en otras palabras, la función del equipo no se interrumpe, el equipo se pone operación (arriba) y se mantiene arriba.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, el análisis inicial indica que los equipos no prestan la confiabilidad necesaria para el correcto desarrollo de las operaciones mineras, por lo que es necesario incrementar y mantener la confiabilidad de los equipos en la zona Nazareno, para ello implementaremos inicialmente indicadores de rendimiento en cuanto a la confiabilidad de los equipos: tiempo medio entre falla (MTBF) y tiempo medio de reparación (MTTR), definidos anteriormente

5.2.9.1. Equipos de carguío y acarreo – Scooptram 4.2 Yd3

A. Tiempo medio entre Falla (MTBF - Mind Time Between Failure)

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo Neto de Operación (TNO)}}{\text{Número de Fallas}}$$

Donde:

- *Tiempo Neto de Operación (TNO)* = HRS. OP. = 388.2 HRS
- *Numero de fallas* = 6.61

$$MTBF = \frac{388.2}{6.61}$$

$$\underline{\underline{MTBF = 58.8 \text{ Horas}}}$$

B. Tiempo medio de reparación (MTTR - Mind Time To Repair)

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo de Mantenimiento no Programado (MNP)}}{\text{Número de Fallas (NF)}}$$

Dónde:

- $(MNP) = MTTO.CORR. = 33.8 \text{ HRS}$
- $\text{Numero de fallas} = 6.61$

$$MTTR = \frac{33.8}{6.61}$$

$$\underline{\underline{MTTR = 5.1 \text{ Horas}}}$$

5.2.9.2. Equipos de transporte – Dumper MT 2010

A. Tiempo medio entre Falla (MTBF– Mind Time Between Failure)

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo Neto de Operación (TNO)}}{\text{Número de Fallas}}$$

Donde:

- $\text{Tiempo Neto de Operación (TNO)} = \text{HRS. OP.} = 425.4 \text{ HRS}$
- $\text{Numero de fallas} = 5.3$

$$MTBF = \frac{425.4}{5.3}$$

$$\underline{\underline{MTBF = 82.7 \text{ Horas}}}$$

B. Tiempo medio de reparación (MTTR - Mind Time To Repair)

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo de Mantenimiento no Programado (MNP)}}{\text{Número de Fallas (NF)}}$$

Dónde:

- $(MNP) = MTTO.CORR. = 20.7 \text{ HRS}$
- $\text{Numero de fallas} = 5.3$

$$MTTR = \frac{20.7}{5.3}$$

$$\underline{\underline{MTTR = 4.0 \text{ Horas}}}$$

Imagen 5.2-5: Programa de Mantenimiento - Scooptram

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL DE EQUIPOS PESADOS SEMANA 08 - DEL 25 DE FEBRERO AL 03 DE MARZO DEL 2019													Código: MCS-MTC-PRC-004 Versión: 01			
ITEM	COD.	MODELO	SISTEMA	TIPO DE MANTTO	CANTIDAD DE HORAS H.U.L. MANTTO	FECHA DE MANTTO	TIEMPO DE MANTTO	DIA	HORA	H.M.C.	J.M.S.	V.M.S.	S.M.S.	DIAGNÓSTICO	TRABAJO PROGRAMADO SMP	OBS
01	8C21	R13000	DIESEL	PM1	21717	5-Mar-19	04HRS TURNO DIA NOCHRE	04-mar	PM1 125 HIS	06-mar	07-mar	08-mar	09-mar	10-mar	Mantenimiento preventivo de 125 horas.	
02	8C38	R13003	DIESEL	PM1	13285	5-Mar-19	4HRS TURNO DIA/ NOCHE			PM 4.000 HRS					Mantenimiento 500 horas, motor diesel, transmisión, soldadura lampoon de equipo	
06	8C38	8T7	DIESEL	PM0	7710	10-Mar-19	04HRS TURNO NOCHRE								Mantenimiento preventivo de 125 horas, mantenimiento de asiento de operador, cambio relen de yugo de diferencial	
08	J18	DD310	DIESEL PERCUSSION COMPRESOR	MD1 MP1 MC2	4732 8451 8605	5-Mar-19 5-Mar-19 5-Mar-19	10 HRS TURNO DIA		MP1 MP1 MC2						Mantenimiento de motor diesel, cambio de mangueras desgastadas, cambio de rodamientos de polea cable de avance,	
09	J20	DD010	DIESEL PERCUSSION COMPRESOR	MD1 MP1 MC2	1344 4386 5751	7-Mar-19 7-Mar-19 7-Mar-19	13 HRS TURNO DIA			MD1 MP1 MC2					Mantenimiento motor diesel, percusion 50 horas, cambio de mangueras desgastadas, cambio de ventilador de compresor, cambio de posizos de viga, cambio de patines de perforadora	
10	J204	BOOMER 382	DIESEL PERCUSSION COMPRESOR	MP1 MC1	2115 911	5-Mar-19 5-Mar-19	12 HRS TURNO DIA					MP1 MC2			Mantenimiento de motor diesel, compresor, campaña de cambio de mangueras resecaadas, estandarizar cable eléctrico.	
11	B01	BOLTER 88	DIESEL EMPERNADO PERCUSSION COMPRESOR ELEC	MP1 MP2 MC1 ME1	3227 172 360 4684 5036	5-Mar-19 5-Mar-19 25-Feb-19	18 HRS TURNO DIA				MD1 MP1 MC2				Mantenimiento preventivo de motor diesel, instalacion de retenes de avivulas, mantenimiento de compresor, campaña de cambio de mangueras, mantenimiento de perforadora 400 horas	
12	B06	BOLTER 88	DIESEL EMPERNADO PERCUSSION COMPRESOR ELEC	MP1 MP1 MC2 ME2	2440 128 3776 3850 3300	25-Mar-19 25-Feb-19 25-Feb-19 25-Feb-19	18 HRS TURNO DIA						MD1 MP1 MP1 MC2		Mantenimiento percusion 400 horas, cambio de posizos de vigas, cambio de rodamientos de cadena, cambio de sellos cilindro del tubo telescopico.	
13	8CA-301	PAU8 862	DIESEL	PM1	425	25-Feb-19	04 HRS TURNO NOCHRE		PM1 125 HIS						Verificacion de pinas y bochinas d ellos diferentes cilindros, eliminar fugas de aceilla y cambio de mangueras desgastadas.	

CODIGO COLOR	DURACION MANTTO
■	16 HRS
■	12 HRS
■	10 HRS
■	8 HRS
■	4 HRS
■	2 HRS

V.P. SUPERINTENDENTE MANTTO CIA

V.P. RESIDENTE MESA
ING. V. ADMIN HERRERA

JEFE DE MANTENIMIENTO MESA
ING. MIGUEL BOHOLA CASQUINA

Fuente: Área de Mantenimiento

5.2.10. COSTO HORARIO DE EQUIPOS

5.2.10.1. Costo Horario de Scooptram de 4.2 yd3

Tabla 5.2-14: Costo Horario de Scooptram 4.2 yd3

CLIENTE	G&R CONTRATISTAS	
LUGAR DE TRABAJO	ZONA NAZARENO	
TIPO DE EQUIPO	SCOOPTRAM	
MODELO DE EQUIPO	R1300G	
TIPO DE MOTOR	DIESEL	
Sección I: COSTO DE POSESIÓN (S/. / HORA)		<u>63.06</u>
1. Valor de Adquisición Total (Vt)		1,300,200.00
2. Precio de las Llantas		36,960.00
3. Valor de Adquisición del Equipo sin Valor de Llantas (Va)		<u>1,263,240.00</u>
4. Vida económica en años (N)		6.00
5. Vida económica en horas (Ve)		25,920.00
- Horas de Trabajo por mes		360.00
6. Valor de rescate (Vr)		<u>195,030.00</u>
- Porcentaje de recuperación		0.15
7. Depreciación del equipo (D)		<u>41.21</u>
8. Inversión Media Anual (IMA)	758,450.00	
9. Interés del equipo (I)	7.37%	<u>12.94</u>
10. Costo Horario de Seguro, impuestos y almacenaje (S)		<u>8.91</u>
- Seguros	2.5%	
- Impuestos	2.0%	
- Almacenaje	1.0%	
Sección II: COSTO DE OPERACIÓN (S/. / HORA)		<u>130.42</u>
1. Costo horario de mantenimiento y reparación (Cm)		<u>40.13</u>
- Trabajo duro	80 - 100%	
- Trabajo normal	70 - 90%	
- Trabajo suave	50 - 80%	
2. Costo horario de combustible (Cc)		<u>58.62</u>
- Consumo de combustible (gal/hr)	4.25	
- Costo de combustible (S/. / gal)	4.18	
3. Costo horario de Lubricante (Cl)		<u>4.29</u>
- Consumo de aceite motor (gal/hr)	0.04	
- Consumo de aceite transmisión (gal/hr)	0.03	
- Consumo de aceite dirección (gal/hr)	0.02	
- Consumo de grasas (lb/hr)	0.22	
- Consumo de refrigerante (gal/hr)	0.002	
- Galón de aceite motor (S/. / gl)	35.38	
- Aceite caja de cambio (S/. / gl)	38.64	
- Aceite hidráulico - dirección (S/. / gl)	43.86	
- Grasa (S/. / lb)	5.31	
- Refrigerante (S/. / gl)	39.83	

4. Costo horario de Filtro (Cf)		<u>12.58</u>
5. Costo horario de llantas (Cll)		<u>14.78</u>
- Vida útil de llantas (hr)	2,500.00	
Sección III: COSTO HORARIO (S/. / HORA)		<u>193.48</u>
1. Costo horario, sin mano de obra, gastos generales y utilidades (CH)		<u>193.48</u>
2. Costo horario gastos generales y utilidades (CH)		<u>202.46</u>
- Sueldo operador (S/. / mes)	3,234.00	
- Horas trabajadas (hr/mes)	360.00	
2. Costo horario total (Ct)		<u>232.83</u>
- Utilidad	0.10	
- Gastos generales	0.05	

Fuente: Elaboración propias

5.2.10.2. Costo Horario de Dumper MT 2010

Tabla 5.2-15: Costo horario de Dumper MT 2010

CLIENTE	G&R CONTRATISTAS	
LUGAR DE TRABAJO	ZONA NAZARENO	
TIPO DE EQUIPO	DUMPER	
MODELO DE EQUIPO	MT 2010	
TIPO DE MOTOR	DIESEL	
Sección I: COSTO DE POSESIÓN (S/. / HORA)		<u>81.48</u>
1. Valor de Adquisición Total (Vt)		1,353,000.00
2. Precio de las Llantas		18,480.00
3. Valor de Adquisición del Equipo sin Valor de Llantas		<u>1,334,520.00</u>
4. Vida económica en años (N)		6.00
5. Vida económica en horas (Ve)		25,920.00
- Horas de Trabajo por mes		360
6. Valor de rescate (Vr)		<u>162,360.00</u>
- Porcentaje de recuperación		0.12
7. Depreciación del equipo (D)		<u>45.98</u>
8. Inversión Media Anual (IMA)	789,250.00	
9. Interés del equipo (I)	16.00%	<u>26.98</u>
10. Costo Horario de Seguro, impuestos y almacenaje (S)		<u>9.28</u>
- Seguros	2.5%	
- Impuestos	2.0%	
- Almacenaje	1.0%	
Sección II: COSTO DE OPERACIÓN (S/. / HORA)		<u>81.38</u>
1. Costo horario de mantenimiento y reparación (Cm)		<u>41.76</u>
- Trabajo duro	80 - 100%	
- Trabajo normal	70 - 90%	
- Trabajo suave	50 - 80%	
2. Costo horario de combustible (Cc)		<u>19.14</u>
- Consumo de combustible (gal/hr)	4.00	

- Costo de combustible (S/. / gal)	1.45	
3. Costo horario de Lubricante (Cl)		<u>5.08</u>
- Consumo de aceite motor (gal/hr)	0.04	
- Consumo de aceite transmisión (gal/hr)	0.03	
- Consumo de aceite dirección (gal/hr)	0.02	
- Consumo de grasas (lb/hr)	0.17	
- Consumo de refrigerante (gal/hr)	0.002	
- Galón de aceite motor (S/. / gl)	35.38	
- Aceite caja de cambio (S/. / gl)	38.64	
- Aceite hidráulico - dirección (S/. / gl)	43.86	
- Grasa (S/. / lb)	11.55	
- Refrigerante (S/. / gl)	35.21	
4. Costo horario de Filtro (Cf)		<u>4.84</u>
5. Costo horario de llantas (CII)		<u>10.56</u>
- Vida útil de llantas (hr)		
	1,750.00	
Sección III: COSTO HORARIO (S/. / HORA)		<u>162.86</u>
1. Costo horario, sin mano de obra, gastos generales y utilidades (CH)		<u>162.86</u>
2. Costo horario gastos generales y utilidades (CH)		<u>171.85</u>
- Sueldo operador (S/. / mes)	3,234.00	
- Horas trabajadas (hr/mes)	360.00	
2. Costo horario total (Ct) S/. / Hora		<u>197.62</u>
- Utilidad	0.10	
- Gastos generales	0.05	

Fuente: Elaboración propia

5.2.11. COSTO DE OPERACIÓN DE EQUIPOS EN EL PERIODO DE PRUEBA

Una vez calculada el costo horario, procedemos a determinar el costo total de los equipos en el periodo de prueba, los cuales se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 5.2-16: Costo de equipos en el periodo de prueba

Equipos	Costo horario	Horas op. /mes	Costo equipo mensual	Costo Periodo de Prueba
Scooptram	193.48	388.20	375,548.17	2,253,289.00
Dumper	162.86	425.37	207,832.80	1,246,996.81
TOTAL	356.34	813.58	583,380.97	3,500,285.80

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VI:

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

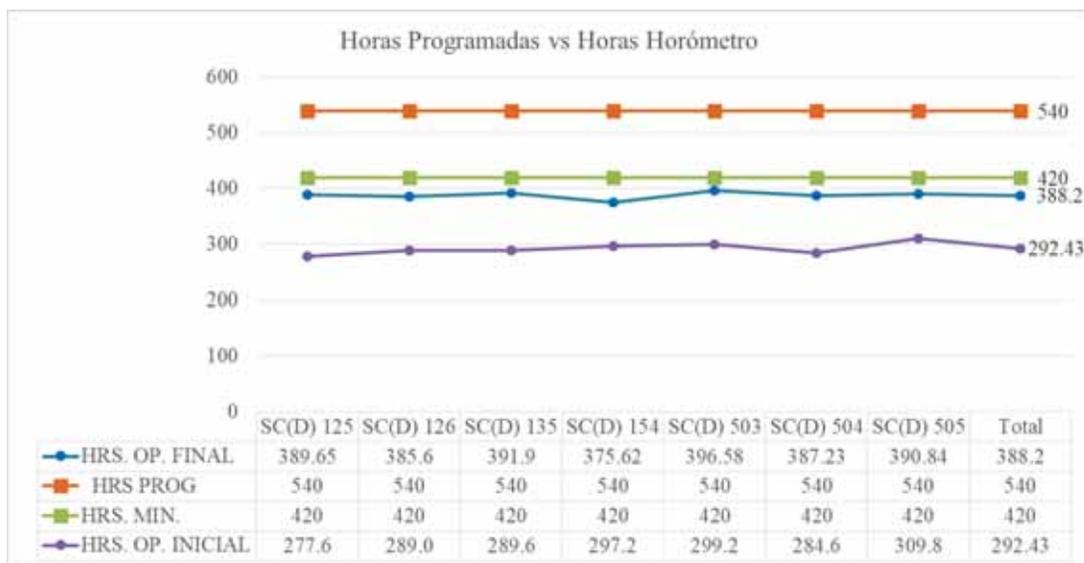
6.1. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Una vez determinado los indicadores de rendimiento: Disponibilidad, Utilización, MTBF y MTTR; procedemos a evaluar los resultados obtenidos.

6.1.1. TIEMPO DE OPERACIÓN DE EQUIPOS DE LIMPIEZA Y TRANSPORTE

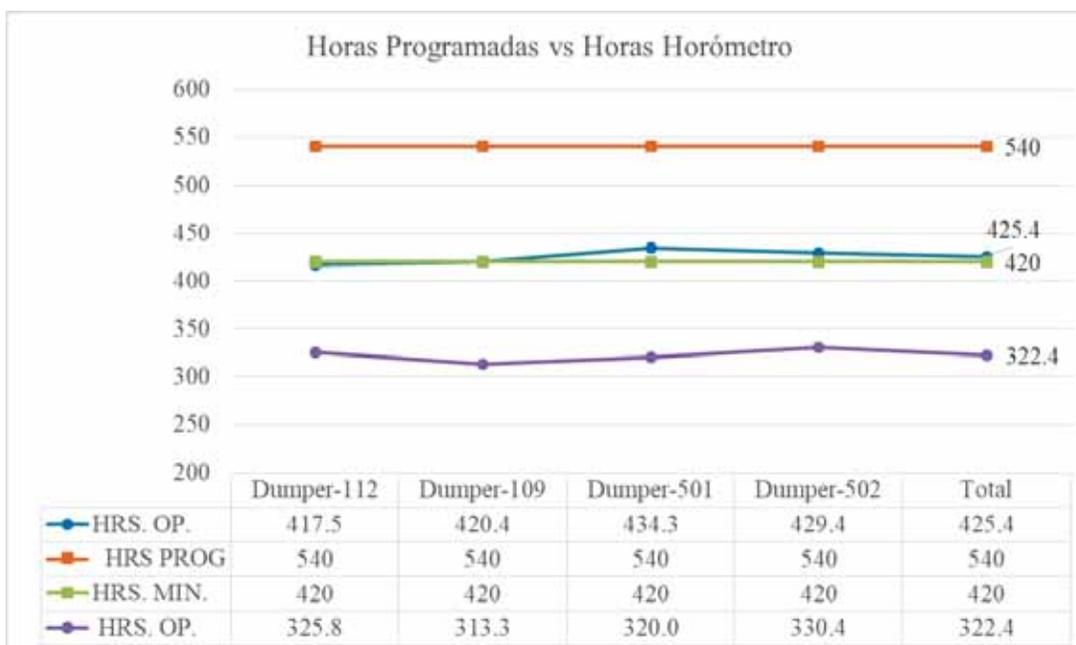
Conociendo las horas de operación del periodo 2017 y del periodo de prueba, procedemos a evaluar la variación y comparar con el patrón de Cía. De Minas Buenaventura. A continuación, se muestra el promedio de las horas de operación al finalizar el 2017 y el promedio de las horas de operación del periodo de prueba.

Gráfico 6.1-1: Horas de operación de los Scooptram 4.2 YD3.



Fuente: Elaboración de propia.

Gráfico 6.1-2: Horas de operación de los Dumper MT2010



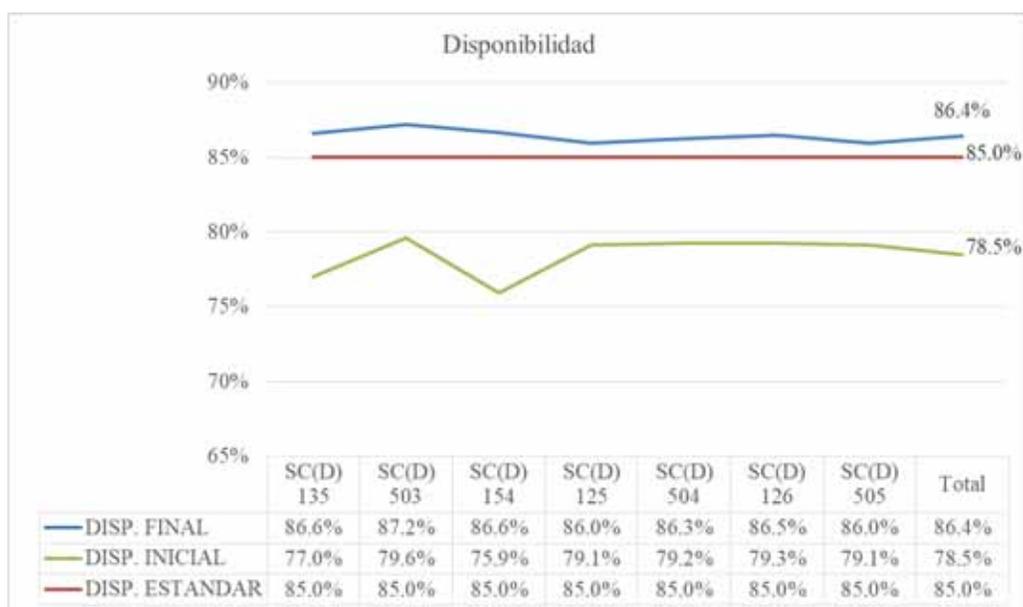
Fuente: Elaboración de propia.

En ambos casos se observa que las horas de operación han incrementado, esto básicamente porque se han minimizado las demoras operativas identificadas en el estudio de tiempos al ciclo de carguío, acarreo y transporte y mejorando la distribución de los equipos.

6.1.2. DISPONIBILIDAD

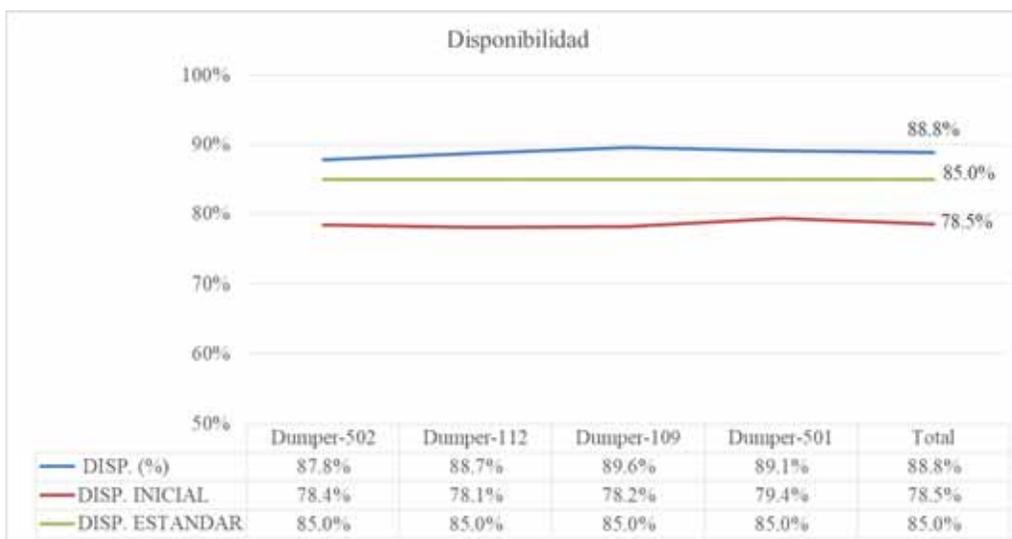
Conociendo las horas de operación y las horas de mantenimiento podemos comparar la disponibilidad de los equipos de carguío, acarreo y transporte, evaluando y comparando el valor promedio del último semestre del 2017, el promedio del periodo de prueba y el estándar de Mina Chipmo.

Gráfico 6.1-3: Disponibilidad – Scooptram 4.2 Yd3.



Fuente: Elaboración de propia.

Gráfico 6.1-4: Disponibilidad – Dumper MT2010.



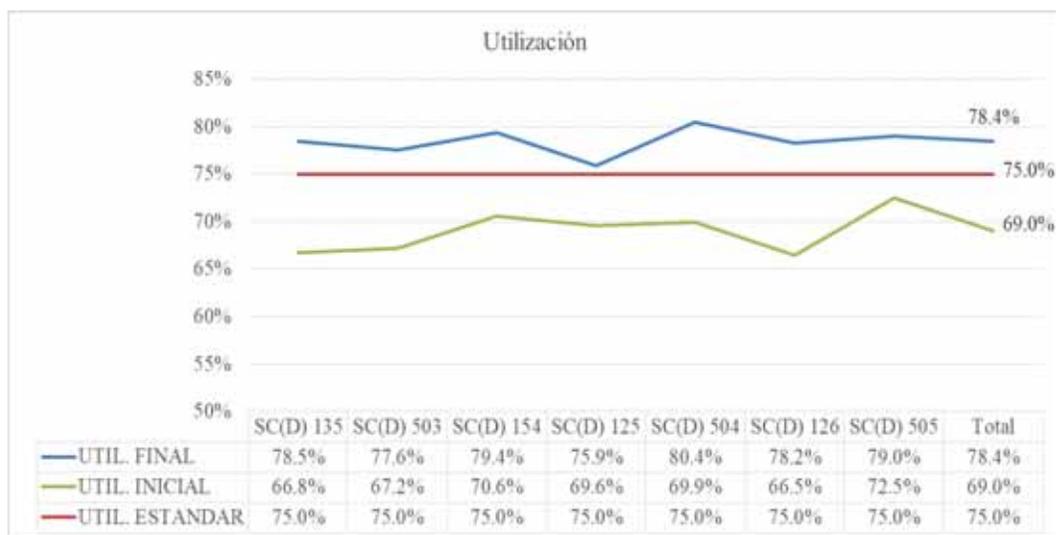
Fuente: Elaboración de propia.

La disponibilidad de un equipo depende en gran medida de las horas de mantenimiento, en los gráficos anteriores se puede verificar el incremento de la disponibilidad con respecto al valor del análisis inicial, esto se debe en gran medida al control en los tiempos de engrase e inspección, seguimiento y control al programa de mantenimiento y a la implementación de indicadores tales como el MTBF y el MTTR llegando a controlar el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio empleado para poner el equipo nuevamente operativo.

6.1.3. UTILIZACIÓN

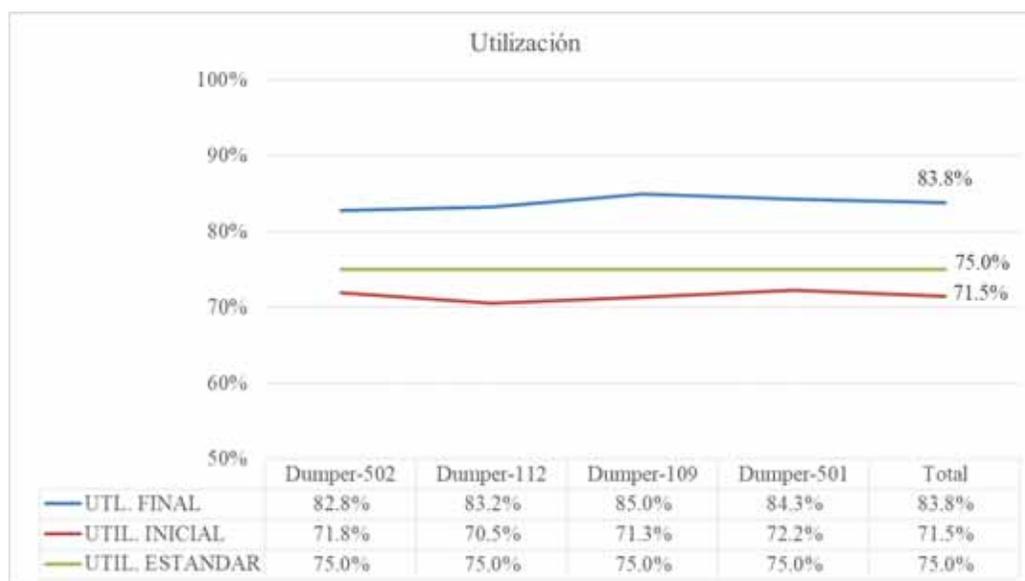
Al igual que en la disponibilidad, conociendo las horas de operación y de mantenimiento podemos evaluar y comparar la Utilización de los equipos de carguío, acarreo y transporte del último semestre del 2017, del periodo de prueba y el estándar de mina Chipmo.

Gráfico 6.1-5: Utilización – Scooptram 4.2Yd3.



Fuente: Elaboración de propia.

Gráfico 6.1-6: Utilización - Dumper MT2010



Fuente: Elaboración de propia.

La utilización depende en gran medida de las horas de operación, los cuales han incrementado como lo muestran las gráficas anteriores, esto se debe básicamente en a la constante capacitación a los operadores en cuanto al tipo de actividad a realizar, formato de reporte de operación y a la reducción de las demoras y tiempos de esperas de operación identificadas en el estudio de tiempos.

6.1.4. EGRESO EN EQUIPOS

Conocida el costo de operación durante el periodo de prueba, podemos evaluar y comparar el costo de los equipos en el periodo de prueba con el costo inicial del EBITDA.

Tabla 6.1-1: Comparativo de egresos en equipos.

	Costo	Diferencia
Costo proyectado	548437.50	-
Costo Inicial	669975.82	121,538.32
Costo Periodo de Prueba	583380.97	34,943.47

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6.1-7: Comparativo de egresos en los equipos



Fuente: Elaboración propia

El costo del periodo de prueba experimentó una ligera reducción, esto básicamente a que se incrementó la operatividad de los equipos, los que se reflejan en las horas de operación, en el caso de los Dumper, estos han logrado pasar las horas mínimas y los Scooptram han incrementado, pero no han llegado a las horas mínimas.

6.2. ANÁLISIS DE LA FLOTA DE EQUIPOS

Una vez evaluado los resultados obtenidos procedemos a realizar el análisis para determinar ajustes sobre los resultados obtenidos con el único objetivo de la mejora continua.

6.2.1. CALCULO DE LA FLOTA DE CARGUÍO Y TRANSPORTE

Para realizar el cálculo de la flota de equipos de carguío, acarreo y transporte usaremos las metas físicas proporcionadas por el área de planeamiento mina y los datos obtenidos del control de tiempos en los equipos de acarreo, carguío y transporte de la contrata minera G&R.

6.2.1.1. Número de Scooptram – G&R

$$\text{Nº SCOOP 4.2 Yd3} = \frac{\text{TM requeridos por mes}}{\text{TM de SCOOP por mes}}$$

Dónde:

- Ton requeridas/mes (mineral y desmonte) = 67375 + 60000 = 127375ton/mes
- Ton req./ mes (Scoop) = 49.85 TM/hr * 388.2 hr/mes = 19351.6 Ton/mes

$$\text{N}^{\circ} \text{SCOOP } 4.2 \text{ Yd}^3 = \frac{127375}{19351.6}$$

$$\text{N}^{\circ} \text{SCOOP } 4.2 \text{ Yd}^3 = 6.6 \approx 7 \text{ unidades}$$

De acuerdo a los requerimientos de producción de compañía y la determinación de la eficiencia horaria del Scooptram, se calcula 07 Scooptram de 4.2 Yd3 para la zona de trabajo de la contrata G&R. Observando la operación actual, se viene trabajando con 07 Scooptram de 4.2 Yd3 para el nivel 3340.

6.2.1.2. Número de Dumper - G&R

$$\text{N}^{\circ} \text{DUMPER} = \frac{\text{Producción diaria necesaria}}{\text{Producción diaria por Dumper}}$$

Dónde:

- Ton req. por guardia (mineral) = 2000 Ton/día
- Ton requeridos por día – Dumper = 30.30 Ton/hr * 14.2 hr = 429.6 Ton/dia

$$\text{N}^{\circ} \text{DUMPER} = \frac{2000}{429.6}$$

$$\text{N}^{\circ} \text{DUMPER} = 4.7 \approx 5 \text{ unidades}$$

De acuerdo a los requerimientos de producción de compañía y la determinación de la eficiencia horaria del Dumper, se calcula que se necesita 5 Dumper para la contrata G&R. Observando la operación actual, se viene trabajando con 04 Dumper en la zona de trabajo de la contrata G&R.

6.2.2. FACTOR DE ACOPLAMIENTO DE LA FLOTA CTUAL

El factor de acoplamiento (FA) nos indicará la cantidad de Dumper necesarios que deben ser asignados para cada Scooptram.

$$FA = \frac{N^{\circ} \text{ Dumper} * \text{ ciclo de carguío}}{\text{Ciclo de transporte}}$$

Si:

- $FA < 1$; Cuando hay exceso de Scooptram, la eficiencia del acarreo es 100%
- $FA > 1$; Cuando hay exceso de Dumper, la eficiencia del transporte es 100%
- $FA = 1$; Cuando el acoplamiento es perfecto.

Donde:

- $N^{\circ} \text{ Dumper} = 04$ unidades en total
- $\text{Ciclo de carguío} = 3.40$ minutos
- $\text{Ciclo de transporte} = 26.6$ minutos

$$FA = \frac{4 * 3.40}{26.6}$$

$$FA = 0.51$$

El resultado obtenido nos indica que hay exceso de Scooptram y la eficiencia del carguío y acarreo es 100%, lo que no es real, por lo que es necesario incrementar 01 Dumper adicional a las operaciones de la contrata minera G&R.

6.3. ANÁLISIS DE DATOS DEL CONTROL DE TIEMPOS

Una vez procesada los datos recolectados en la medición de tiempos del proceso de carguío, acarreo y transporte, en julio 2018; se realiza la comparación de resultados de los rendimientos de equipos. Para el grupo de control, se tiene:

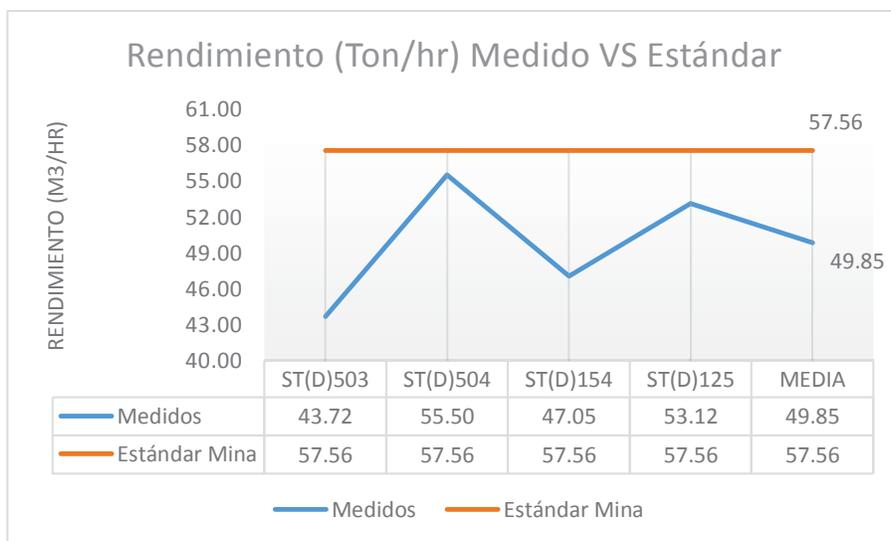
A. Rendimiento (ton/hr) - Scooptram

Tabla 6.3-1: Rendimiento de Scooptram 4.2 Yd3 medido y estándar mina Chipmo.

Rendimiento (Ton/hr)		
Cod.	Medidos	Estándar Mina
ST(D)503	43,72	45.0
ST(D)504	55,50	45.0
ST(D)154	47,05	45.0
ST(D)125	53,12	45.0
MEDIA	49,85	45.0
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	5,42	0,00

Fuente: Datos medidos de medición propia

Gráfico 6.3-1: Rendimiento de Scooptram 4.2 Yd3 medido vs estándar.



Fuente: Datos de medición propia

De la tabla N°6.3-1 se observa que, en promedio, la eficiencia horaria del Scooptram está por debajo en comparación al establecido por Mina, el cual afecta directamente al costo de limpieza con Scooptram, el Rendimiento óptimo es aquel que es igual o mayor al ciclo estándar de mina.

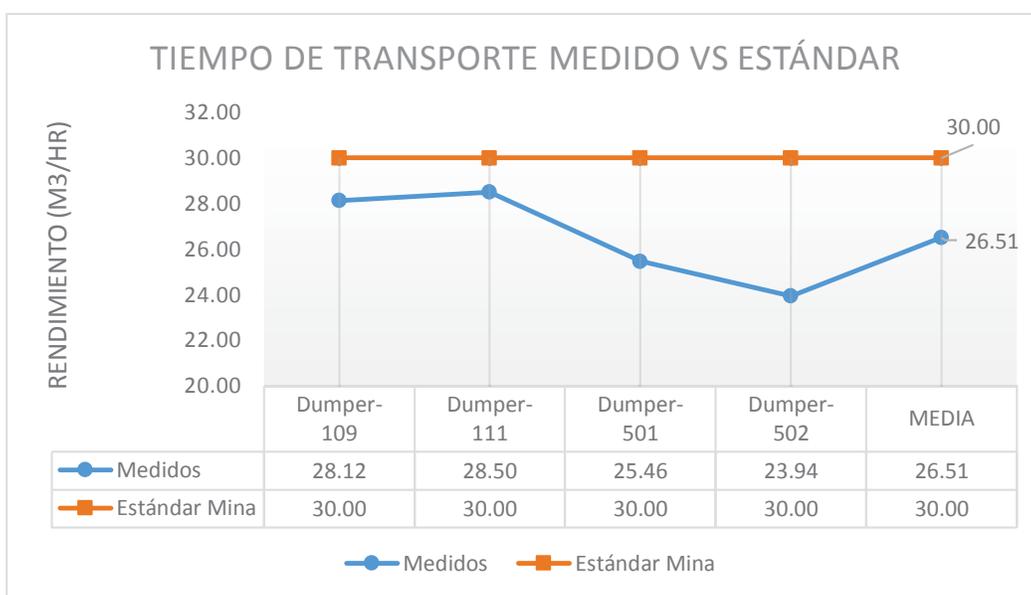
B. Rendimiento (ton/hora) – Dumper

Tabla 6.3-2: Rendimiento de Dumper MT2010 medido y estándar mina Chipmo.

Rendimiento (Ton/hr)		
Cod.	Medidos	Estándar Mina
Dumper-109	28,12	30,00
Dumper-111	28,50	30,00
Dumper-501	25,46	30,00
Dumper-502	23,94	30,00
MEDIA	26,51	30,00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	2,18	0,00

Fuente: Datos de medición propia

Gráfico 6.3-2: Rendimiento de Dumper MT2010 medido vs estándar



Fuente: Datos de medición propia

Del cuadro N°6.3-2 se observa que, en promedio, la eficiencia horaria del Dumper está por debajo en comparación al establecido por Mina, el cual afecta directamente al costo de limpieza con Scooptram, el Rendimiento óptimo es aquel que es igual o mayor al ciclo estándar de mina.

6.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para poner a prueba la hipótesis planteada, de acuerdo a los resultados obtenidos del estudio en el periodo de prueba, aceptarla o rechazarla en función de los instrumentos de medición y análisis, se tiene:

6.4.1. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

A. Hipótesis Nula (H_0): La determinación de un conjunto de Indicadores de rendimiento en equipos de carguío, acarreo y transporte permite mejorar la productividad del sistema de transporte en mina Chipmo en U.E.A. Orcopampa de Cía. De Minas Buenaventura S.A.A.

$$H_0: \mu \geq 45 \text{ Ton/hora}$$

B. Hipótesis Alterna (H_a): La determinación de un conjunto de Indicadores de rendimiento en equipos de carguío, acarreo y transporte no permite mejorar la productividad del sistema de transporte en mina Chipmo en U.E.A. Orcopampa de Cía. De Minas Buenaventura S.A.A.

$$H_a: \mu < 45 \text{ Ton/hora}$$

6.4.2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA Y NIVEL DE CONFIANZA

Este nivel representa la probabilidad de rechazar una hipótesis nula verdadera, matemáticamente se puede considerar cualquier valor entre cero y uno; pero para estudios de pruebas de hipótesis normalmente esta entre 0.05 y 0.1.

El nivel de significancia que vamos a considerar para nuestro caso es de 0.05 ($\alpha = 0.05$)

Para poder determinar el nivel de riesgo, trabajaremos con un nivel de confianza del 95%, por lo que el nivel de significancia quedaría:

$$NIVEL DE CONFIANZA = 1 - 0.05 = 0.95$$

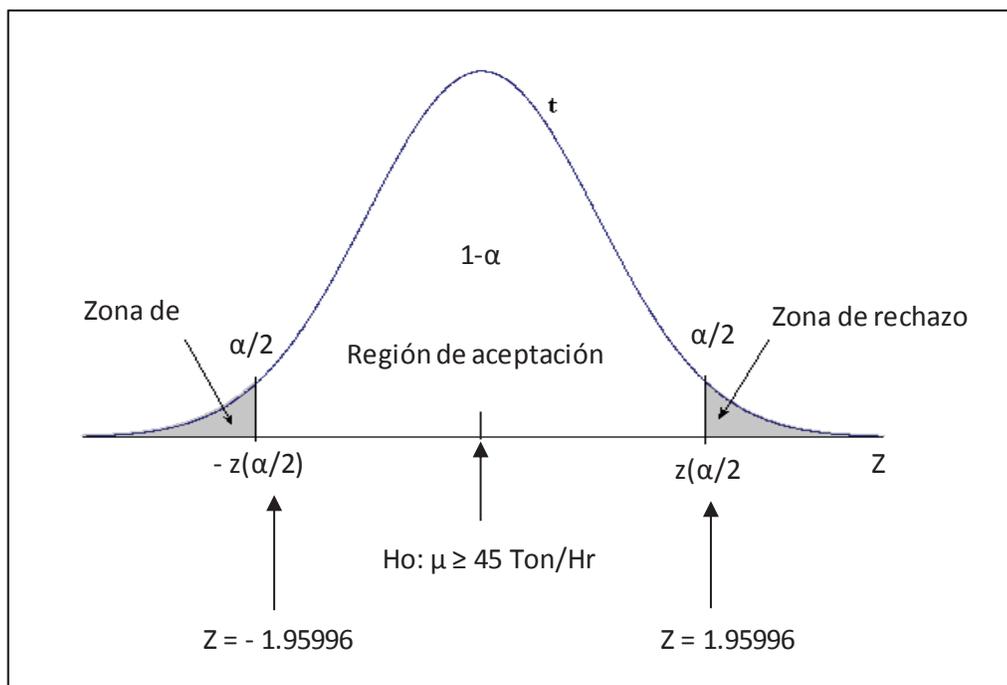
6.4.3. INTERVALOS PARA UN NIVEL DE CONFIANZA DE 95%

Para calcular los límites de la región de aceptación emplearemos la distribución normal estándar inversa, para un nivel de confianza de 0.95 y un nivel de significancia de 0.05.

$$Z = 1.95996$$

$$\text{Intervalos: } [-1.95996; 1.95996]$$

Imagen 6.4-1: Prueba de hipótesis para la productividad del Scooptram 4.2 Yd3.



Fuente: Elaboración propia

6.4.4. ESTADÍSTICO DE LA PRUEBA

Para el cálculo del estadístico de prueba emplearemos las fórmulas de una distribución normal:

$$\sigma_i = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$Z_i = \frac{X - \mu}{\sigma_i}$$

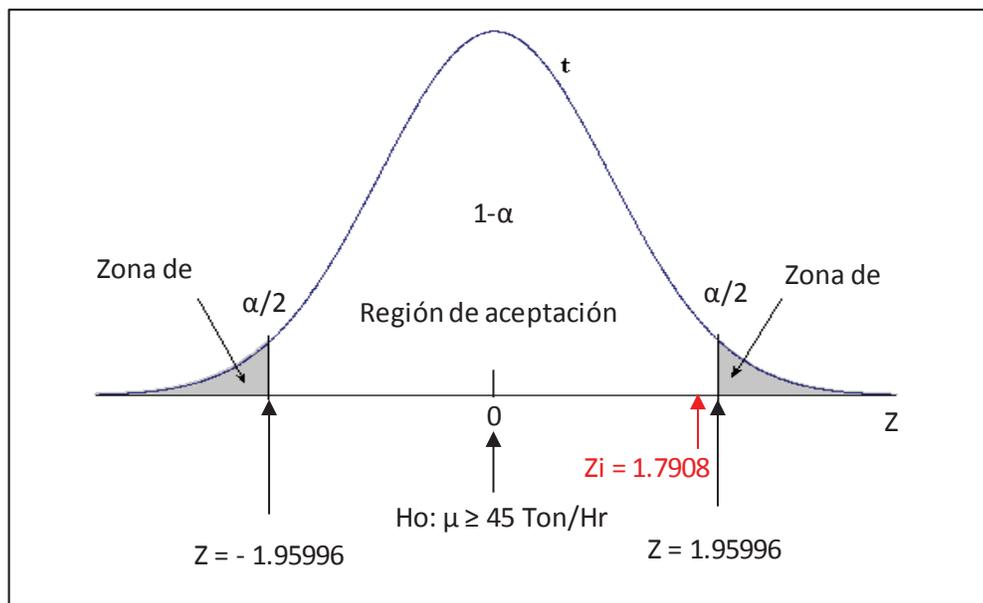
Dónde:

- σ_i : desviación estándar tipificada
- σ : Desviación estándar de la muestra
- n : Número de elementos de la muestra
- Z_i : Estadístico de prueba, valor de Z tipificada.
- X : Media de la muestra tomada.
- μ : Promedio considerado de la hipótesis nula

$$\sigma_i = \frac{5.42}{\sqrt{4}} = 2.7083$$

$$Z_i = \frac{49.85 - 45.0}{2.7083} = \mathbf{1.7908}$$

Imagen 6.4-2: Estadístico de prueba para el rendimiento del Scooptram 4.2 Yd3.



Fuente: Elaboración propia.

6.4.5. DECISIÓN ESTADÍSTICA

De acuerdo al resultado de la prueba de hipótesis mediante la distribución “t”, el cual nos indica que el valor del estadístico de prueba se encuentra en la zona de aceptación, entonces la hipótesis nula (H_0) se acepta; rechazándose la hipótesis alterna (H_a).

El valor calculado del estadístico de prueba se encuentra en de la región de aceptación; es decir que con un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia de 5%, aceptamos la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alterna (H_a) demostrando que: “La determinación de indicadores de rendimiento en equipos de carguío, acarreo y transporte nos permitirá mejorar la productividad del sistema de transporte en mina Chipmo en U.E.A. Orcopampa de Cía. De Minas Buenaventura S.A.A.”.

CONCLUSIONES

1. Con el presente estudio se determinó indicadores de rendimiento en los equipos de carguío, acarreo y transporte; al finalizar el periodo de prueba se logró obtener 86.4% y 88.8% de Disponibilidad y 78.4% y 83.8% de Utilización en los Scooptram y Dumper respectivamente, valores que se encuentran por encima del valor establecido, 85% de Disponibilidad y 75% de Utilización.
2. Los parámetros necesarios para determinar la Disponibilidad, Utilización, Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) y el Tiempo Medio de Reparación (MTTR) se obtienen de las horas programadas por mes (540 horas), horas mínimas de operación por mes (420 horas), horas de operación por mes y las horas de mantenimiento; al finalizar el periodo de prueba se logró obtener 388.2 y 425.4 horas de operación en los Scooptram y Dumper respectivamente, valores muy cercanos a las horas mínimas de operación.
3. Del estudio de tiempos realizado en la zona Nazareno se determinó el ciclo real de carguío, acarreo y transporte; se determinó que el ciclo de acarreo considera una distancia máxima de acarreo de 150 m con un máximo de 5.92 minutos por viaje y un rendimiento de 49.85 Ton/hora; el carguío considera 3.40 minutos por Dumper y se determinó que el ciclo de transporte considera una distancia máxima de transporte de 1000 m con un máximo de 26.60 minutos por viaje y un rendimiento de 30.30 Ton/hora.
4. De la evaluación y análisis de resultados, se obtuvo un factor de acoplamiento de 0.51, que nos indica que hay un exceso de Scooptram, para cumplir con la producción de la zona Nazareno es necesario incrementar a 05 el número de Dumper.

RECOMENDACIONES

1. De los resultados obtenidos en el periodo de prueba se tiene definido los indicadores de rendimiento, con una disponibilidad mayor a 85%, una Utilización mayor a 75% y un MTBF mayor a 60 horas. Se debe de continuar con el seguimiento y los controles por parte del área de Productividad, el área de operación debe continuar con las mejoras en la disminución de las demoras operativas, mejor distribución de los equipos y con la capacitación constante; mientras el área de mantenimiento debe incrementar y mantener la confiabilidad de los equipos.
2. Para incrementar y mantener las horas de operación de los equipos por encima de las horas mínimas es necesario atacar las horas de mantenimiento, controlar el tiempo empleado en los engrase e inspecciones y sobre todo mejorar el tiempo de reparación (MTTR) en caso de un mantenimiento correctivo. En caso de las horas de operación, se deben de asignar trabajos productivos a los equipos evitando en todo momento las demoras operativas y tiempos de espera.
3. Para continuar con las mejoras en el rendimiento de acarreo, carguío y transporte se debe reducir los tiempos improductivos de las demoras operativas identificados en el estudio de tiempos, se deberá coordinar el control de los equipos teniendo en cuenta que un Dumper no debe ir a una labor si no se encuentra el Scooptram para que lo cargue, además de ver las necesidades de toda la mina y no solo en un solo nivel.
4. Mejorar la distribución de los camiones de bajo perfil en los niveles principales de extracción, es necesario incrementar 01 Dumper, para obtener un factor de acoplamiento cercano a 1.

BIBLIOGRAFÍA

1. AYUNI, D., & MATHEUS, A. (23 de 04 de 2009). *MARCO TEÓRICO*. Obtenido de “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEJORA CONTINUA BAJO LA METODOLOGÍA PHVA EN LA EMPRESA ARNAO S.A.C.”: http://www.usmp.edu.pe/PFII/pdf/20131_2.pdf
2. BALDEON QUISPE, Z. L. (OCTUBRE de 2011). *GESTION EN LAS OPERACIONES DE TRANSPORTE YACARREO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN CIA. MINERA CONDESTABLE S.A.* ”.
3. BONNEFOY, J. C., & ARMIJO, M. (11 de 2005). *Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social - ILPES*. Obtenido de Indicadores de desempeño en el sector público : https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5611/S05900_es.pdf
4. BORJA S., M. (2012). *Metodología de la Investigación científica para Ingenieros*. Obtenido de Metodología de la Investigación científica para Ingenieros: https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil?from_action=save
5. BUENAVENTURA S.A.A. (DICIEMBRE de 2017). *MEMORIA ANUAL 2017*.
6. CATERPILLAR. (2000). *MANUAL DE RENDIMIENTO - SCCOPTRAM, EDICIÓN 31*. Obtenido de www.ferreyros.com.pe
7. CHANG JA, K. (AGOSTO de 2009). *DISEÑO Y EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA DE UN NUEVO SISTEMADE CARGUÍO Y TRANSPORTE PARA LA MINERÍA DE HUNDIMIENTO*.

8. CHÁVEZ, H. G. (s.f.). *GESTIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL EN MINERÍA SUBTERRÁNEA*. Lima.
9. COPCO, A. (2000). *MANUAL DE RENDIMIENTO - DUMPER MT2010*. Obtenido de www.atlascopco.com
10. CRUZ RAMIREZ, Y. (Junio de 2004). *Manual de Geomecánica aplicada a la prevención de accidentes por caída de rocas en minería subterránea*.
11. ESCUELA EUROPEA DE EXCELENCIA. (25 de 07 de 2017). *Principios de la gestión de calidad*. Obtenido de NUEVAS NORMAS ISO ES UNA INICIATIVA: <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2017/07/principios-de-gestion-de-la-calidad/>
12. EXSA. (2005). *MANUAL PRÁCTICO DE VOLADURA - EXSA S.A.*
13. GARCIA CANTU, A. (1995). *PRODUCTIVIDAD Y REDUCCIÓN DE COSTOS*. Obtenido de www.iberlibro.com
14. HERNANDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., & BAPTISTA LUCIO, M. D. (2000). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. Obtenido de www.elosopanda.com
15. INSTITUTO MEXICANO DE CONTADORES PÚBLICOS. (1997). *Manual Práctico de Calidad y Productividad a Nivel Internacional*. México: Instituto Mexicano de Contadores Públicos.
16. MATOS ECHEVARRÍA, C. J. (Julio de 2015). *Estudio de Caso para la Optimización de las Operaciones Unitarias que Intervienen en la Excavación de los Túneles 2 y 3 del Proyecto Nuevo Nivel Mina con Pendientes de 22%*. Lima.
17. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. (06 de 2010). *Lineamientos conceptuales y metodológicos para la formulación de indicadores de desempeño*. Obtenido de

Instructivo para la Formulación de Indicadores de Desempeño :
https://www.mef.gob.pe/contenidos/presupuesto_publico/normativa/Instructivo_Formulacion_Indicadores_Desempeno.pdf

18. ROJAS ECHENIQUE, J., & SALAZAR CACERES, J. C. (2018). *GEOLOGIA Y EXPLORACION DEL YACIMIENTO EPITERMAL DE CHIPMO-ORCOPAMPA*. Obtenido de Cía. de Minas Buenaventura - U.E.A Orcopampa.
19. SANDOVAL, R., & MALAGA, E. (31 de MARZO de 2009). *PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO PARA EQUIPO MÓVIL - XTRATA TINTAYA S.A.*
20. SCHWARZ, M. (24 de 10 de 2012). *Indicadores de gestión de proceso en la industria minera*. Obtenido de GESTIÓN DE OPERACIONES Y PROYECTOS MINEROS:
<http://max-schwarz.blogspot.com/2012/10/indicadores-de-gestion-de-proceso-en-la.html>
21. VARGAS ALEGRIA, E. (OCTUBRE de 2015). *VENTILACIÓN DE MINAS*.
22. VELASQUEZ TAIPE, J. L. (2011). *COSTO PROPIEDAD Y OPERACIÓN HORA DEL SCOOP* . Obtenido de UNIDAD DE POST GRADO FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU.
23. VELASQUEZ TAIPE, J. L. (2013). *COSTO PROPIEDAD OPERACIÓN HORA DEL SCOOP ELECTRICO SANDVIK TAMROCK 1.5 Yd.* Obtenido de <http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2011/cajamarca/COSTO%20HORARIO%20DE%20MAQUINARIA.pdf>
24. VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A. (s.f.). TALLER DE PROYECTO DE MEJORA. *ACTUALIZATE*.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA
<p>A. PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo Determinar Indicadores de Rendimiento para mejorar la productividad de los equipos de acarreo y transporte en la zona Nazareno de Mina Chipmo, en U.E.A. Orcopampa de Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. - Arequipa?</p> <p>B. PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <p>A. ¿Cuáles son los parámetros involucrados para determinar los Indicadores de Rendimiento de los equipos de acarreo y transporte en la zona Nazareno?</p> <p>B. ¿Cuál es el tiempo real del ciclo de acarreo y transporte de los equipos en la zona Nazareno?</p> <p>C. ¿Cuál es el costo real del ciclo de acarreo y transporte de los equipos utilizados en la zona Nazareno?</p>	<p>A. OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar Indicadores de Rendimiento para mejorar la productividad de los equipos de acarreo y transporte en la Zona Nazareno de Mina Chipmo, en U.E.A. Orcopampa de Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. - Arequipa.</p> <p>B. OBJETIVO ESPECIFICOS</p> <p>A. Determinar los parámetros necesarios para determinar los indicadores de rendimientos de equipos de acarreo y transporte a través de observaciones y toma de tiempos en campo en la zona Nazareno.</p> <p>B. Determinar el tiempo real del ciclo de acarreo, acarreo y transporte en equipos en la zona Nazareno.</p> <p>C. Determinar el costo real del ciclo de acarreo, acarreo y transporte para identificar los procesos que necesitan aplicar los principios de mejora continua en la zona Nazareno.</p>	<p>A. HIPOTESIS GENERAL</p> <p>La determinación de Indicadores de rendimiento permitirá mejorar la productividad de los equipos de acarreo y transporte en la zona Nazareno en la mina Chipmo en U.E.A. Orcopampa de Cía. De Minas Buenaventura S.A.A.</p> <p>B. HIPOTESIS ESPECIFICA</p> <p>A. Conocer el costo del ciclo de acarreo, acarreo y transporte nos permitirá identificar los procesos necesarios de aplicar los principios de mejora continua.</p> <p>B. Conocer el tiempo del ciclo de acarreo, acarreo y transporte facilitará la determinación de los parámetros necesarios para calcular los Indicadores de Rendimiento de los equipos de acarreo, acarreo y transporte.</p>	<p>A. VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Mejoramiento de la productividad de los equipos de acarreo, acarreo y transporte.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ton/hora – Acarreo y Carguío - Ton/hora – Transporte - Costo horario – Acarreo y Carguío (S./ hora) - Costo horario – Transporte (S./ hora) - Flota óptima de Scooptram y Dumper <p>B. VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Indicadores de Rendimiento de equipos de Carguío, Acarreo y Transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad (%) - Utilización (%) - Tiempo Promedio Entre Averías (MTBF) - Tiempo Promedio para Reparar (MTTR) 	<p>A. DISEÑO DE LA INVESTIGACION</p> <p>El tipo de investigación que se llevará a cabo para el presente trabajo de tesis, será descriptivo y correlacional. Se describirá el tiempo del ciclo de acarreo, acarreo y transporte de los equipos en la zona Nazareno, así como definir la relación existente entre los parámetros y controles necesarios para determinar indicadores de rendimiento de los equipos en la zona Nazareno de la mina Chipmo.</p> <p>B. POBLACION</p> <p>El conjunto de todos los casos que concuerdan con la investigación, está constituido por todos los equipos de acarreo, acarreo y transporte en las labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación de la zona Nazareno de la mina Chipmo, U.E.A. Orcopampa.</p> <p>C. MUESTRA</p> <p>Para el caso de los equipos del nivel 3340 de la zona Nazareno se utilizó el muestreo probabilístico aleatorio simple, debido a que los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos ya que los equipos de acarreo y acarreo son de la misma capacidad y marca de la misma forma en los equipos de transporte en el nivel 3340 de la zona Nazareno.</p>

ANEXO 02: EQUIPOS DE LIMPIEZA – ZONA NAZARENO – MINA CHIPMO

Propiedad	Código	Descripción A.F.	Marca	Modelo	Capacidad	Estado	Zona de Trabajo	Nivel
Scooptram de CMBSAA	SC(E)115	SCOOPTRAM ELECTRICO	ATLAS COPCO - WAGNER	A.C. EST 3.5	3,5 Yd3	Operativo	Nazareno	3390
	SC(E)116	SCOOPTRAM ELECTRICO	ATLAS COPCO - WAGNER	A.C. EST 3.5	3,5 Yd3	Operativo	Nazareno	3390
	SC(E)123	SCOOPTRAM ELECTRICO	A. C. WAGNER	A.C. EST 3.5	3,5 Yd3	Operativo	Nazareno	3340
	SC(D)125	SCOOPTRAM DIESEL	CATERPILLAR	R1300G	4,2 Yd3	Operativo	Nazareno	3230
	SC(D)126	SCOOPTRAM DIESEL	CATERPILLAR	R1300G	4,2 Yd3	Operativo	Nazareno	3230
	SC(D)135	SCOOPTRAM DIESEL	CATERPILLAR	R1300G	4,2 Yd3	Operativo	Nazareno	3230
	SC(D)154	SCOOPTRAM DIESEL	CATERPILLAR	R1300G	4,2 Yd3	Operativo	Nazareno	3340
	Scooptram de Contrata G&R	SC(E)502	SCOOPTRAM ELECTRICO	ATLAS COPCO - WAGNER	A.C. L150E	1,0 Yd3	Operativo	Nazareno
SC(D)503		SCOOPTRAM DIESEL	CATERPILLAR	R1300G	4,2 Yd3	Operativo	Nazareno	3340
SC(D)504		SCOOPTRAM DIESEL	CATERPILLAR	R1300G	4,2 Yd3	Operativo	Nazareno	3230
SC(D)505		SCOOPTRAM DIESEL	CATERPILLAR	R1300G	4,2 Yd3	Operativo	Nazareno	3340
CMBSAA	Dumper-112	CAMION DUMPER	ATLAS COPCO	MT 2010	20 TM	Operativo	Nazareno	3230
	Dumper-109	CAMION DUMPER	ATLAS COPCO	MT 2010	20 TM	Operativo	Nazareno	3340
G&R	Dumper-501	CAMION DUMPER	ATLAS COPCO	MT 2010	20 TM	Operativo	Nazareno	3230
	Dumper-502	CAMION DUMPER	ATLAS COPCO	MT 2010	20 TM	Operativo	Nazareno	3340

ANEXO 03: CÓDIGO DE ACTIVIDADES - SCOOPTRAM

COD	Detalle de Actividad	ACTIVIDAD	Tipo de actividad
101	Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
102	Carguio de Material al Dumper	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
103	Movimiento de Material (Camara 1 - Camara 2)	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
104	Relleno de Labores (Camara - Tajo)	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
105	Empuje de Material (Misma Camara)	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
106	Carguio de Material a Locomotora	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
107	Acarreo de Material (Camara1 - Camara 2)	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
201	Mantenimiento Correctivo	Tiempo de Mantenimiento	Mantenimiento No Programado
202	Mantenimiento Preventivo	Tiempo de Mantenimiento	Mantenimiento Programado
203	Espera de Mecánico	Tiempo de Mantenimiento	Mantenimiento Programado
204	Inspección y Engrase	Tiempo de Mantenimiento	Inspección y Engrase
205	Falta de Lubricantes, Combustibles y/o Grasas	Tiempo de Mantenimiento	Inspección y Engrase
206	Espera por mal estado de equipo (Recalentamiento de cabina, etc.)	Tiempo de Mantenimiento	Mantenimiento No Programado
207	Traslado de equipo de labor a taller mantto correctivo	Tiempo de Mantenimiento	Mantenimiento No Programado
301	Charla de Seguridad	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
302	Reparto de Guardia	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
303	Traslado de Personal (Ingreso)	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
304	Dezplazamiento de personal	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
305	Check List (Inspección y Reporte)	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
306	Traslado de Equipo	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
307	Inspección por supervisión	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
308	Inspección por cambio de labor	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
309	Almuerzo/Refrigerio	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
310	Lavado de Equipo	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
311	Capacitación por otras áreas	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
312	Abastecimiento de Combustible del Equipo	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
313	Traslado de Personal (Salida)	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
314	Cambio de Guardia	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
315	Traslado Personal (Almuerzo)	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
316	Calentamiento/enfriamiento	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
317	Instalación/Desinstalación cable de energia (Scoop Electrico)	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
318	Ilubricación de Equipo	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
319	Cambio de Guardia (Domingo)	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
401	Mala ventilación en la labor	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
402	Falta de desate en la labor / Mal sostenimiento	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
403	Labor inundada	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
404	Falta de Operador	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
405	Falta orden de trabajo	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
406	Falta frente de trabajo	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
407	Marcado Topografico	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
408	Incidente - Accidente	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
409	Obstrucción de Vías con agua o equipos	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
410	Stand By	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
411	Espera de movilidad ingreso/salida a mina	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
412	Corte de energía	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
413	Otros	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
414	Espera de Dumper	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
415	Aseo de Personal (Cambio de Ropa)	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
417	Mala coordinacion	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
501	Limpieza de Pozas	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
502	Traslado de Materiales	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
503	Raspado de Vía	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
504	Mantenimiento de accesos	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
505	Piso para Labor	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
506	Remolque de Equipo	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación

ANEXO 04: CODIGO DE ACTIVIDADES – DUMPER

COD	Detalle de Actividad	ACTIVIDAD	Tipo de actividad
101	Transporte de Desmote	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
102	Transporte de Mineral	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
103	Carguio al Dumper	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
104	Relleno de Labores	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
201	Mantenimiento Correctivo	Tiempo de Mantenimiento	Mantenimiento No Programado
202	Mantenimiento Preventivo	Tiempo de Mantenimiento	Mantenimiento Programado
203	Espera de Mecánico	Tiempo de Mantenimiento	Mantenimiento Programado
204	Falta de Lubricantes, Combustibles y/o Grasas	Tiempo de Mantenimiento	Mantenimiento No Programado
205	Espera por mal estado de equipo (Recalentamiento de cabina, etc.)	Tiempo de Mantenimiento	Mantenimiento No Programado
206	Traslado de equipo de labor a taller matto correctivo	Tiempo de Mantenimiento	Mantenimiento No Programado
301	Charla de Seguridad	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
302	Reparto de Guardia	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
303	Traslado de Personal (Ingreso)	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
304	Check List (Inspección y Reporte)	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
305	Traslado de Equipo sin carga	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
306	Inspección por supervisión	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
307	Inspección por cambio de labor	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
308	Almuerzo/Refrigerio	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
309	Lavado de Equipo	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
310	Capacitación por otras áreas	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
311	Abastecimiento de Combustible del Equipo	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
312	Traslado de Personal (Salida)	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
313	Cambio de Guardia	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
314	Traslado Personal (Almuerzo)	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
315	Calentamiento/enfriamiento	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
401	Mala ventilación en la labor	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
402	Falta de desate en la labor / Mal sostenimiento	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
403	Labor inundada	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
404	Falta de Operador	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
405	Falta Orden de trabajo	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
406	Falta Frente de trabajo	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
407	Marcado Topografico	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
408	Incidente - Accidente	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
409	Obstrucción de Vías con agua o equipos	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
410	Stand By	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
411	Espera de movilidad ingreso a mina	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
412	Corte de energía	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
413	Cola en cámaras de carguío	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
414	Espera de Scoop	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
415	Aseo de Personal (Cambio de Ropa)	Tiempo de Operación	Tiempo en Espera de Operación
416	Espera para descargar	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
417	Espera por Echadero llenos	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
418	Mala Coordinación	Tiempo de Operación	Demoras en Operación
501	Traslado de Materiales	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
502	Transporte de Agregado	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación
503	Transporte de Lama	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación

ANEXO 05A: ESTUDIO DE TIEMPOS ST (D) 504

Fecha : 17-jul-18
 Guardia : Día
 Nivel : 3340
 Labor : Cx 942-1S
 Equipo : ST (D) 504 R1300G
 Capacidad : 4.20 yd3 3.21 m3
 Factor de llenado : 0.8 0.8
 Material : Desmante Mineral
 Densidad : 2.70 TM/m3 3.00 TM/m3
 Factor de esponjamiento : 0.43 0.43

DESCRIPCION	TIPO DE ACTIVIDAD	H. INICIO	H. FINAL	MINUTOS
Traslado de Personal (Ingreso)	Demoras en Operación	06:20:10 a.m.	06:41:47 a.m.	21.62
Dezplazamiento de personal	Demoras en Operación	06:41:47 a.m.	06:45:01 a.m.	3.23
Check List (Inspección y Reporte)	Demoras en Operación	06:45:01 a.m.	06:56:17 a.m.	11.27
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	06:56:17 a.m.	07:02:19 a.m.	6.03
Espera de Dumper	Tiempo en Espera de Opera	07:02:19 a.m.	07:15:03 a.m.	12.73
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	07:15:03 a.m.	07:37:04 a.m.	22.02
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	07:37:04 a.m.	08:00:00 a.m.	22.93
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	08:00:00 a.m.	09:28:12 a.m.	88.20
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	09:28:12 a.m.	10:12:47 a.m.	44.58
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	10:12:47 a.m.	10:18:42 a.m.	5.92
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	10:18:42 a.m.	10:31:02 a.m.	12.33
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	10:31:02 a.m.	11:00:42 a.m.	29.67
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	11:00:42 a.m.	11:41:10 a.m.	40.47
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	11:41:10 a.m.	11:45:14 a.m.	4.07
Almuerzo/Refrigerio	Demoras en Operación	11:45:14 a.m.	12:45:00 p.m.	59.77
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	12:45:00 p.m.	12:55:10 p.m.	10.17
Espera de Dumper	Tiempo en Espera de Opera	12:55:10 p.m.	01:01:00 p.m.	5.83
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	01:01:00 p.m.	01:11:51 p.m.	10.85
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	01:11:51 p.m.	01:23:14 p.m.	11.38
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	01:23:14 p.m.	02:16:03 p.m.	52.82
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	02:16:03 p.m.	02:30:00 p.m.	13.95
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	02:30:00 p.m.	03:18:12 p.m.	48.20
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	03:18:12 p.m.	03:35:53 p.m.	17.68
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	03:35:53 p.m.	03:50:23 p.m.	14.50
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	03:50:23 p.m.	04:06:53 p.m.	16.50
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	04:06:53 p.m.	04:18:42 p.m.	11.82
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	04:18:42 p.m.	04:25:12 p.m.	6.50
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	04:25:12 p.m.	04:44:16 p.m.	19.07
Dezplazamiento de personal	Demoras en Operación	04:44:16 p.m.	05:00:00 p.m.	15.73
Espera de movilidad ingreso/salida a mina	Tiempo en Espera de Opera	05:00:00 p.m.	05:53:41 p.m.	53.68
Traslado de Personal (Salida)	Demoras en Operación	05:53:41 p.m.	06:36:30 p.m.	42.82
Cambio de Guardia	Demoras en Operación	06:36:30 p.m.	08:00:00 p.m.	83.50
Tiempo total medido				819.83

ANEXO 05B: ESTUDIO DE TIEMPOS ST (D)503

Fecha : 18-jul-18
 Guardia : Día
 Nivel : 3340
 Labor : Bp942-2S-1
 Equipo : ST (D) 503 R1300G
 Capacidad : 4.20 yd3 3.21 m3
 Factor de llenado : 0.8 0.8
 Material : Desmante Mineral
 Densidad : 2.70 TM/m3 3.00 TM/m3
 Factor de esponjamiento : 0.43 0.43

DESCRIPCION	TIPO DE ACTIVIDAD	H. INICIO	H. FINAL	MINUTOS
Charla de Seguridad	Demoras en Operación	08:00:00 a.m.	08:05:42 a.m.	5.70
Reparto de Guardia	Demoras en Operación	08:05:42 a.m.	08:10:00 a.m.	4.30
Traslado de Personal (Ingreso)	Demoras en Operación	08:10:00 a.m.	08:20:00 a.m.	10.00
Dezplazamiento de personal	Demoras en Operación	08:20:00 a.m.	08:21:01 a.m.	1.02
Check List (Inspección y Reporte)	Demoras en Operación	08:21:01 a.m.	08:25:10 a.m.	4.15
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	08:25:10 a.m.	08:49:12 a.m.	24.03
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	08:49:12 a.m.	08:59:00 a.m.	9.80
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	08:59:00 a.m.	09:27:00 a.m.	28.00
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	09:27:00 a.m.	09:37:49 a.m.	10.82
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	09:37:49 a.m.	10:13:12 a.m.	35.38
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	10:13:12 a.m.	10:30:12 a.m.	17.00
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	10:30:12 a.m.	10:54:10 a.m.	23.97
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	10:54:10 a.m.	11:10:14 a.m.	16.07
Espera de Dumper	Tiempo en Espera de Operación	11:10:14 a.m.	11:21:23 a.m.	11.15
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	11:21:23 a.m.	11:38:02 a.m.	16.65
Abastecimiento de Combustible del Equipo	Demoras en Operación	11:38:02 a.m.	12:00:00 p.m.	21.97
Almuerzo/Refrigerio	Demoras en Operación	12:00:00 p.m.	12:45:00 p.m.	45.00
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	12:45:00 p.m.	01:00:00 p.m.	15.00
Espera de Dumper	Tiempo en Espera de Operación	01:00:00 p.m.	01:15:30 p.m.	15.50
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	01:15:30 p.m.	01:32:02 p.m.	16.53
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	01:32:02 p.m.	01:53:10 p.m.	21.13
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	01:53:10 p.m.	03:36:12 p.m.	103.03
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	03:36:12 p.m.	03:52:16 p.m.	16.07
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	03:52:16 p.m.	04:04:00 p.m.	11.73
Espera de Dumper	Tiempo en Espera de Operación	04:04:00 p.m.	04:10:10 p.m.	6.17
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	04:10:10 p.m.	04:32:15 p.m.	22.08
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	04:32:15 p.m.	04:46:12 p.m.	13.95
Espera de Dumper	Tiempo en Espera de Operación	04:46:12 p.m.	04:57:12 p.m.	11.00
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	04:57:12 p.m.	05:19:01 p.m.	21.82
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	05:19:01 p.m.	05:30:25 p.m.	11.40
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	05:30:25 p.m.	05:36:23 p.m.	5.97
Espera de Dumper	Tiempo en Espera de Operación	05:36:23 p.m.	05:55:32 p.m.	19.15
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	05:55:32 p.m.	06:12:12 p.m.	16.67
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	06:12:12 p.m.	06:23:35 p.m.	11.38
Dezplazamiento de personal	Demoras en Operación	06:23:35 p.m.	06:36:43 p.m.	13.13
Espera de movilidad ingreso/salida a mina	Tiempo en Espera de Operación	06:36:43 p.m.	06:45:00 p.m.	8.28
Traslado de Personal (Salida)	Demoras en Operación	06:45:00 p.m.	07:12:36 p.m.	27.60
Cambio de Guardia	Demoras en Operación	07:12:36 p.m.	08:00:00 p.m.	47.40
Tiempo total medido				720.00

ANEXO 05C: ESTUDIO DE TIEMPOS ST(D)154

Fecha	:	20-jul-18	
Guardia	:	Día	
Nivel	:	3340	
Labor	:	Rp 916-7	Cx 942-2S
Equipo	:	ST (D) 154	R1300G
Capacidad	:	4.20 yd3	3.21 m3
Factor de llenado	:	0.8	0.8
Material	:	Desmonte	Mineral
Densidad	:	2.70 TM/m3	3.00 TM/m3
Factor de esponjamiento	:	0.43	0.43

DESCRIPCION	TIPO DE ACTIVIDAD	H. INICIO	H. FINAL	MINUTOS
Charla de Seguridad	Demoras en Operación	08:00:00 a.m.	08:10:42 a.m.	10.70
Reparto de Guardia	Demoras en Operación	08:10:42 a.m.	08:20:00 a.m.	9.30
Traslado de Personal (Ingreso)	Demoras en Operación	08:20:00 a.m.	08:44:00 a.m.	24.00
Dezplazamiento de personal	Demoras en Operación	08:44:00 a.m.	08:55:12 a.m.	11.20
Check List (Inspección y Reporte)	Demoras en Operación	08:55:12 a.m.	09:16:42 a.m.	21.50
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	09:16:42 a.m.	09:35:00 a.m.	18.30
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	09:35:00 a.m.	09:55:04 a.m.	20.07
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	09:55:04 a.m.	10:05:58 a.m.	10.90
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	10:05:58 a.m.	10:10:12 a.m.	4.23
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	10:10:12 a.m.	11:55:03 a.m.	104.85
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	11:55:03 a.m.	12:10:00 p.m.	14.95
Almuerzo/Refrigerio	Demoras en Operación	12:10:00 p.m.	01:00:00 p.m.	50.00
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	01:00:00 p.m.	01:11:12 p.m.	11.20
Acarreo de Material (Frente - Camara)	Tiempo Neto de Operación	01:11:12 p.m.	01:51:24 p.m.	40.20
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	01:51:24 p.m.	02:24:23 p.m.	32.98
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	02:24:23 p.m.	02:36:46 p.m.	12.38
Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento No Prograr	02:36:46 p.m.	03:34:47 p.m.	58.02
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	03:34:47 p.m.	03:54:23 p.m.	19.60
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	03:54:23 p.m.	04:00:04 p.m.	5.68
Espera de Dumper	Tiempo en Espera de Oper:	04:00:04 p.m.	04:20:00 p.m.	19.93
Carguio de Material al Dumper	Tiempo Neto de Operación	04:20:00 p.m.	04:25:40 p.m.	5.67
Raspado de Via	Tiempo Neto de Operación	04:25:40 p.m.	05:00:00 p.m.	34.33
Traslado de Equipo	Demoras en Operación	05:00:00 p.m.	05:24:16 p.m.	24.27
Dezplazamiento de personal	Demoras en Operación	05:24:16 p.m.	05:30:14 p.m.	5.97
Espera de movilidad ingreso/salida a mina	Tiempo en Espera de Oper:	05:30:14 p.m.	06:12:00 p.m.	41.77
Traslado de Personal (Salida)	Demoras en Operación	06:12:00 p.m.	06:39:30 p.m.	27.50
Cambio de Guardia (Domingo)	Demoras en Operación	06:39:30 p.m.	08:00:00 p.m.	80.50
Tiempo total medido				720.00

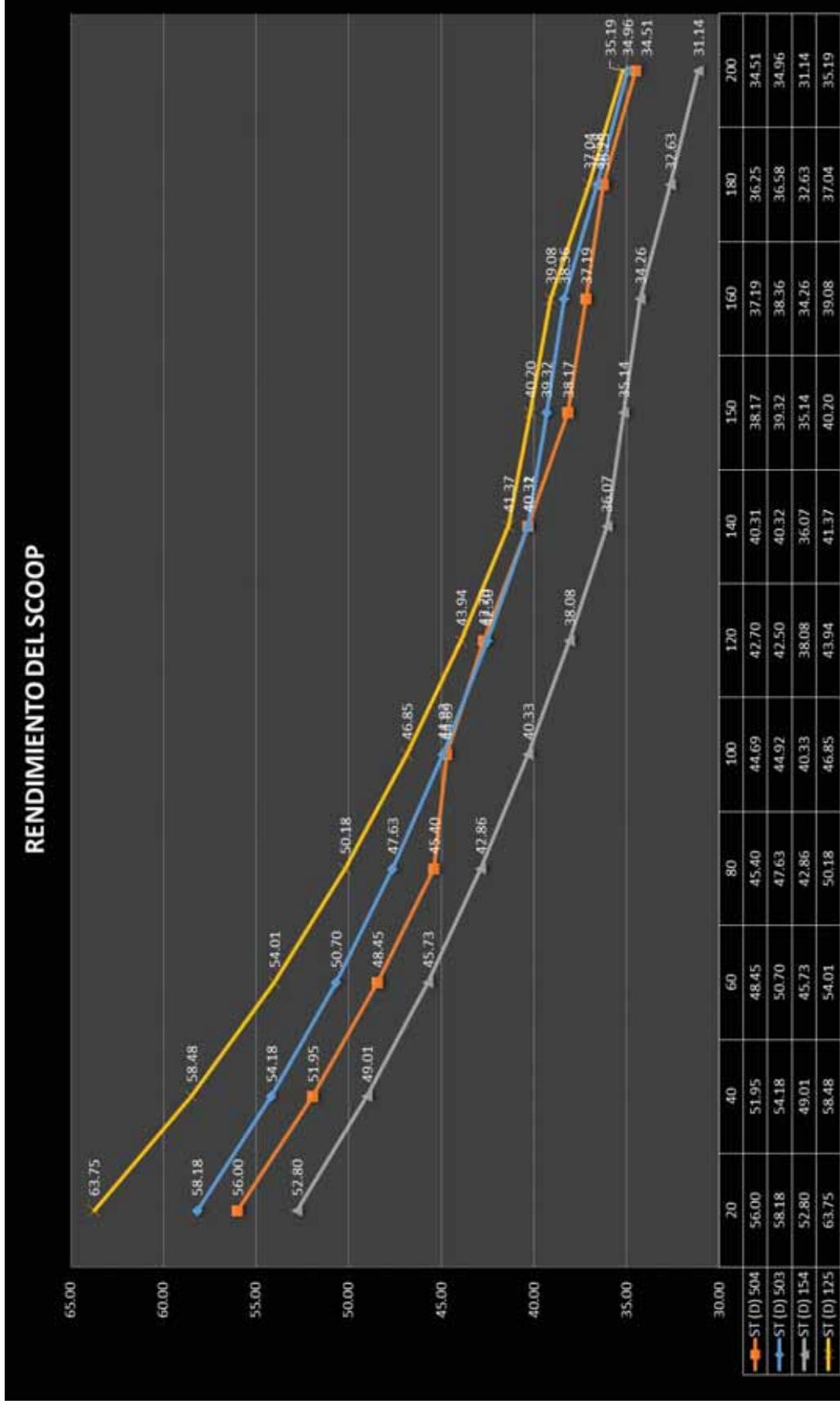
ANEXO 05D: FICHA DE CONTROL DE TIEMPOS DE ACARREO

Fecha	Scoop	Nivel	Labor	TIDA SIN CARGA (min)	TLLENADO (min)	TREGRESO CON CARGA(min)	TDESCARGA (min)	Imprevistos (min)	Distancia frente/camara (mts)	Ciclo (min)	Total Ciclo (min)	Horas
17/07/2018	ST (D) 504	3340	Cx 942-15	0:00:53	0:01:27	0:01:41	0:00:35	0:01:00	85,00	0:05:36	1:13:13	1,22
17/07/2018	ST (D) 504	3340		0:00:54	0:01:26	0:01:40	0:00:36	0:01:00	85,00	0:05:36		
17/07/2018	ST (D) 504	3340		0:00:56	0:01:24	0:01:42	0:00:37	0:01:00	85,00	0:05:39		
17/07/2018	ST (D) 504	3340		0:00:57	0:01:23	0:01:41	0:00:36	0:01:00	85,00	0:05:37		
17/07/2018	ST (D) 504	3340		0:00:58	0:01:24	0:01:43	0:00:38	0:01:00	85,00	0:05:43		
17/07/2018	ST (D) 504	3340		0:00:54	0:01:27	0:01:41	0:00:37	0:01:00	85,00	0:05:39		
17/07/2018	ST (D) 504	3340		0:00:53	0:01:26	0:01:40	0:00:38	0:01:00	85,00	0:05:37		
17/07/2018	ST (D) 504	3340		0:00:52	0:01:27	0:01:41	0:00:32	0:01:00	85,00	0:05:32		
17/07/2018	ST (D) 504	3340		0:00:56	0:01:24	0:01:40	0:00:37	0:01:00	85,00	0:05:37		
17/07/2018	ST (D) 504	3340		0:00:57	0:01:26	0:01:41	0:00:38	0:01:00	85,00	0:05:42		
17/07/2018	ST (D) 504	3340		0:00:54	0:01:25	0:01:42	0:00:36	0:01:00	85,00	0:05:37		
17/07/2018	ST (D) 504	3340		0:00:54	0:01:27	0:01:43	0:00:37	0:01:00	85,00	0:05:41		
17/07/2018	ST (D) 504	3340		0:00:54	0:01:26	0:01:42	0:00:35	0:01:00	85,00	0:05:37		
18/07/2018	ST (D) 503	3340	Bp942-2S-1	0:00:56	0:01:26	0:01:42	0:00:36	0:01:30	80,00	0:06:10	1:01:27	1,02
18/07/2018	ST (D) 503	3340		0:00:56	0:01:26	0:01:41	0:00:37	0:01:30	80,00	0:06:10		
18/07/2018	ST (D) 503	3340		0:00:55	0:01:27	0:01:42	0:00:36	0:01:30	80,00	0:06:10		
18/07/2018	ST (D) 503	3340		0:00:57	0:01:26	0:01:40	0:00:35	0:01:30	80,00	0:06:08		
18/07/2018	ST (D) 503	3340		0:00:54	0:01:25	0:01:41	0:00:34	0:01:30	80,00	0:06:04		
18/07/2018	ST (D) 503	3340		0:00:57	0:01:26	0:01:42	0:00:35	0:01:30	80,00	0:06:10		
18/07/2018	ST (D) 503	3340		0:00:56	0:01:25	0:01:40	0:00:36	0:01:30	80,00	0:06:07		
18/07/2018	ST (D) 503	3340		0:00:55	0:01:26	0:01:41	0:00:37	0:01:30	80,00	0:06:09		
18/07/2018	ST (D) 503	3340		0:00:56	0:01:24	0:01:42	0:00:36	0:01:30	80,00	0:06:08		
18/07/2018	ST (D) 503	3340		0:00:57	0:01:25	0:01:43	0:00:36	0:01:30	80,00	0:06:11		
20/07/2018	ST (D) 154	3340	Rp 916-7	0:01:10	0:01:19	0:01:19	0:00:36	0:01:30	100,00	0:05:54	1:18:20	1,31
20/07/2018	ST (D) 154	3340		0:01:09	0:01:20	0:01:20	0:00:37	0:01:30	100,00	0:05:56		
20/07/2018	ST (D) 154	3340		0:01:10	0:01:20	0:01:20	0:00:36	0:01:30	100,00	0:05:56		
20/07/2018	ST (D) 154	3340		0:01:11	0:01:19	0:01:21	0:00:35	0:01:30	100,00	0:05:56		
20/07/2018	ST (D) 154	3340		0:01:10	0:01:21	0:01:19	0:00:36	0:01:30	100,00	0:05:56		
20/07/2018	ST (D) 154	3340		0:01:11	0:01:22	0:01:20	0:00:36	0:01:30	100,00	0:05:59		
20/07/2018	ST (D) 154	3340		0:01:10	0:01:21	0:01:19	0:00:35	0:01:30	100,00	0:05:55		
20/07/2018	ST (D) 154	3340		0:01:11	0:01:20	0:01:20	0:00:36	0:01:30	100,00	0:05:57		
20/07/2018	ST (D) 154	3340		0:01:10	0:01:24	0:01:21	0:00:37	0:01:30	100,00	0:06:02		
20/07/2018	ST (D) 154	3340		0:01:11	0:01:30	0:01:21	0:00:36	0:01:30	100,00	0:06:08		
20/07/2018	ST (D) 154	3340		0:01:09	0:01:29	0:01:22	0:00:35	0:01:30	100,00	0:06:05		
20/07/2018	ST (D) 154	3340		0:01:10	0:01:36	0:01:20	0:00:36	0:01:30	100,00	0:06:12		
20/07/2018	ST (D) 154	3340		0:01:11	0:01:44	0:01:22	0:00:37	0:01:30	100,00	0:06:24		
21/07/2018	ST (D) 125	3340	TJ 886-17	0:00:17	0:01:20	0:00:48	0:00:36	0:01:00	60,00	0:04:01	0:53:54	0,90
21/07/2018	ST (D) 125	3340		0:00:18	0:01:21	0:00:46	0:00:38	0:01:00	60,00	0:04:03		
21/07/2018	ST (D) 125	3340		0:00:22	0:01:20	0:00:47	0:00:37	0:01:00	60,00	0:04:06		
21/07/2018	ST (D) 125	3340		0:00:20	0:01:19	0:00:46	0:00:37	0:01:00	60,00	0:04:02		
21/07/2018	ST (D) 125	3340		0:00:22	0:01:22	0:00:47	0:00:36	0:01:00	60,00	0:04:07		
21/07/2018	ST (D) 125	3340		0:00:21	0:01:29	0:00:48	0:00:34	0:01:00	60,00	0:04:12		
21/07/2018	ST (D) 125	3340		0:00:22	0:01:20	0:00:47	0:00:37	0:01:00	60,00	0:04:06		
21/07/2018	ST (D) 125	3340		0:00:20	0:01:19	0:00:46	0:00:37	0:01:00	60,00	0:04:02		
21/07/2018	ST (D) 125	3340		0:00:22	0:01:22	0:00:47	0:00:36	0:01:00	60,00	0:04:07		
21/07/2018	ST (D) 125	3340		0:00:21	0:01:29	0:00:48	0:00:34	0:01:00	60,00	0:04:12		
21/07/2018	ST (D) 125	3340		0:00:22	0:01:30	0:00:49	0:00:35	0:01:00	60,00	0:04:16		
21/07/2018	ST (D) 125	3340		0:00:19	0:01:34	0:00:47	0:00:36	0:01:00	60,00	0:04:16		
21/07/2018	ST (D) 125	3340		0:00:20	0:01:43	0:00:46	0:00:35	0:01:00	60,00	0:04:24		

ANEXO 05E: FICHA DE CONTROL DE TIEMPOS DE CARGUÍO

Fecha	Scoop	Dumper	Nivel	Labor	T _{IDA SIN CARGA} (min)	T _{LLENADO} (min)	T _{REGRESO CON CARGA} (min)	T _{DESCARGA} (min)	Imprevistos (Tráfico)	Distancia (camara/Dump) mts	Ciclo Carguío (min)	Total ciclo Carguío (min)	Total de Horas
17/07/2018	ST (D) 504	Dumper-502	3340	Cx 942-1S	00:00:09	00:00:12	00:00:12	00:00:28	00:00:30	85	00:01:31	00:04:41	0.08
17/07/2018	ST (D) 504	Dumper-502	3340		00:00:10	00:00:12	00:00:13	00:00:29	00:00:30	85	00:01:34		
17/07/2018	ST (D) 504	Dumper-502	3340		00:00:11	00:00:10	00:00:15	00:00:30	00:00:30	85	00:01:36		
17/07/2018	ST (D) 504	Dumper-109	3340		00:00:12	00:00:15	00:00:14	00:00:29	00:00:30	85	00:01:40	00:05:02	0.08
17/07/2018	ST (D) 504	Dumper-109	3340		00:00:13	00:00:14	00:00:13	00:00:31	00:00:30	85	00:01:41		
17/07/2018	ST (D) 504	Dumper-109	3340		00:00:14	00:00:15	00:00:12	00:00:30	00:00:30	85	00:01:41		
17/07/2018	ST (D) 504	Dumper-501	3340		00:00:12	00:00:15	00:00:14	00:00:30	00:00:30	85	00:01:41	00:05:04	0.08
17/07/2018	ST (D) 504	Dumper-501	3340		00:00:12	00:00:14	00:00:13	00:00:31	00:00:30	85	00:01:40		
17/07/2018	ST (D) 504	Dumper-501	3340		00:00:14	00:00:13	00:00:14	00:00:32	00:00:30	85	00:01:43		
18/07/2018	ST (D) 503	Dumper-502	3340	Bp942-2S-1	00:00:09	00:00:12	00:00:12	00:00:24	00:00:30	12	00:01:27	00:04:31	0.08
18/07/2018	ST (D) 503	Dumper-502	3340		00:00:10	00:00:13	00:00:13	00:00:25	00:00:30	12	00:01:31		
18/07/2018	ST (D) 503	Dumper-502	3340		00:00:10	00:00:14	00:00:14	00:00:25	00:00:30	12	00:01:33		
18/07/2018	ST (D) 503	Dumper-501	3340		00:00:12	00:00:10	00:00:12	00:00:29	00:00:30	80	00:01:33	00:04:51	0.08
18/07/2018	ST (D) 503	Dumper-501	3340		00:00:13	00:00:09	00:00:14	00:00:30	00:00:30	80	00:01:36		
18/07/2018	ST (D) 503	Dumper-501	3340		00:00:14	00:00:11	00:00:15	00:00:32	00:00:30	80	00:01:42		
18/07/2018	ST (D) 503	Dumper-109	3340		00:00:13	00:00:13	00:00:14	00:00:28	00:00:30	80	00:01:38	00:05:06	0.09
18/07/2018	ST (D) 503	Dumper-109	3340		00:00:14	00:00:16	00:00:15	00:00:31	00:00:30	80	00:01:46		
18/07/2018	ST (D) 503	Dumper-109	3340		00:00:11	00:00:14	00:00:14	00:00:33	00:00:30	80	00:01:42		
20/07/2018	ST (D) 154	Dumper-109	3340	Rp 916-7	00:00:13	00:00:12	00:00:15	00:00:27	00:00:30	100	00:01:37	00:04:50	0.08
20/07/2018	ST (D) 154	Dumper-109	3340		00:00:14	00:00:12	00:00:15	00:00:27	00:00:30	100	00:01:38		
20/07/2018	ST (D) 154	Dumper-109	3340		00:00:12	00:00:12	00:00:13	00:00:28	00:00:30	100	00:01:35		
20/07/2018	ST (D) 154	Dumper-502	3340		00:00:13	00:00:12	00:00:14	00:00:27	00:00:30	100	00:01:36	00:04:53	0.08
20/07/2018	ST (D) 154	Dumper-502	3340		00:00:13	00:00:12	00:00:15	00:00:28	00:00:30	100	00:01:38		
20/07/2018	ST (D) 154	Dumper-502	3340		00:00:11	00:00:14	00:00:15	00:00:29	00:00:30	100	00:01:39		
20/07/2018	ST (D) 154	Dumper-501	3340		00:00:12	00:00:11	00:00:16	00:00:30	00:00:30	100	00:01:39	00:04:54	0.08
20/07/2018	ST (D) 154	Dumper-501	3340		00:00:16	00:00:10	00:00:13	00:00:29	00:00:30	100	00:01:38		
20/07/2018	ST (D) 154	Dumper-501	3340		00:00:12	00:00:14	00:00:13	00:00:28	00:00:30	100	00:01:37		
21/07/2018	ST (D) 125	Dumper-111	3340	Bp 942-5E	00:00:11	00:00:12	00:00:13	00:00:27	00:00:30	60	00:01:33	00:04:48	0.08
21/07/2018	ST (D) 125	Dumper-111	3340		00:00:11	00:00:12	00:00:13	00:00:28	00:00:30	60	00:01:34		
21/07/2018	ST (D) 125	Dumper-111	3340		00:00:12	00:00:14	00:00:16	00:00:29	00:00:30	60	00:01:41		
21/07/2018	ST (D) 125	Dumper-111	3340		00:00:12	00:00:14	00:00:13	00:00:28	00:00:30	60	00:01:37	00:04:49	0.08
21/07/2018	ST (D) 125	Dumper-111	3340		00:00:12	00:00:13	00:00:13	00:00:27	00:00:30	60	00:01:35		
21/07/2018	ST (D) 125	Dumper-111	3340		00:00:13	00:00:12	00:00:14	00:00:28	00:00:30	60	00:01:37		
21/07/2018	ST (D) 125	Dumper-501	3340		00:00:12	00:00:13	00:00:13	00:00:29	00:00:30	60	00:01:37	00:04:51	0.08
21/07/2018	ST (D) 125	Dumper-501	3340		00:00:13	00:00:14	00:00:13	00:00:28	00:00:30	60	00:01:38		
21/07/2018	ST (D) 125	Dumper-501	3340		00:00:10	00:00:13	00:00:14	00:00:29	00:00:30	60	00:01:36		

ANEXO 05F: RENDIMIENTO DE SCOOPTRAM (Ton/hora)



ANEXO 06A: ESTUDIO DE TIEMPOS DUMPER-111

Fecha	:	22-jul-18		
Guardia	:	Día		
Zona	:	Nazareno		
Nivel	:	3230		
Labor	:	Bp 930 E	Gal 030 E	GAL 927 W
Distancia del frente a la parrilla (mts)	:	1357.00	1368.00	1260.00
Equipo de transporte	:	Dumper-111	MT 2010	
Capacidad de Dumper	:	20.00 TM	9.00 m3	
Material	:	Desmante	Mineral	
Densidad	:	2.70 TM/m3	3.00 TM/m3	
Factor de llenado	:	0.8	0.8	
Factor de esponjamiento (Fs)	:	0.30	0.30	

Detalle de Actividad	Actividad	Tipo de Actividad	H. INICIAL	H. FINAL	MINUTOS
Charla de Seguridad	Tiempo de Operación	Demora en Operación	08:00:00 a.m.	08:10:42 a.m.	10.70
Reparto de Guardia	Tiempo de Operación	Demora en Operación	08:10:42 a.m.	08:16:10 a.m.	5.47
Traslado de Personal (Ingreso)	Tiempo de Operación	Demora en Operación	08:16:10 a.m.	08:43:00 a.m.	26.83
Check List (Inspección y Reporte)	Tiempo de Operación	Demora en Operación	08:43:00 a.m.	09:00:00 a.m.	17.00
Traslado de Equipo sin carga	Tiempo de Operación	Demora en Operación	09:00:00 a.m.	09:15:10 a.m.	15.17
Espera de Scoop	Tiempo Disponible	Tiempo en Espera de Operación	09:15:10 a.m.	09:35:00 a.m.	19.83
Carguio al Dumper	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	09:35:00 a.m.	09:41:00 a.m.	6.00
Transporte de Desmante	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	09:41:00 a.m.	10:20:00 a.m.	39.00
Traslado de Equipo sin carga	Tiempo de Operación	Demora en Operación	10:20:00 a.m.	10:26:00 a.m.	6.00
Carguio al Dumper	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	10:26:00 a.m.	10:30:48 a.m.	4.80
Transporte de Desmante	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	10:30:48 a.m.	10:50:00 a.m.	19.20
Traslado de Equipo sin carga	Tiempo de Operación	Demora en Operación	10:50:00 a.m.	11:10:00 a.m.	20.00
Carguio al Dumper	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	11:10:00 a.m.	11:18:00 a.m.	8.00
Transporte de Desmante	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	11:18:00 a.m.	11:40:13 a.m.	22.22
Traslado de Equipo sin carga	Tiempo de Operación	Demora en Operación	11:40:13 a.m.	11:56:00 a.m.	15.78
Almuerzo/Refrigerio	Tiempo de Operación	Demora en Operación	11:56:00 a.m.	12:50:00 p.m.	54.00
Traslado de Equipo sin carga	Tiempo de Operación	Demora en Operación	12:50:00 p.m.	01:08:00 p.m.	18.00
Carguio al Dumper	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	01:08:00 p.m.	01:13:00 p.m.	5.00
Transporte de Desmante	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	01:13:00 p.m.	01:36:00 p.m.	23.00
Espera por Echadero llenos	Tiempo Disponible	Tiempo en Espera de Operación	01:36:00 p.m.	01:55:12 p.m.	19.20
Traslado de Equipo sin carga	Tiempo de Operación	Demora en Operación	01:55:12 p.m.	02:40:12 p.m.	45.00
Carguio al Dumper	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	02:40:12 p.m.	02:46:04 p.m.	5.87
Transporte de Mineral	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	02:46:04 p.m.	03:05:05 p.m.	19.02
Traslado de Equipo sin carga	Tiempo de Operación	Demora en Operación	03:05:05 p.m.	03:21:10 p.m.	16.08
Carguio al Dumper	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	03:21:10 p.m.	03:29:14 p.m.	8.07
Transporte de Desmante	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	03:29:14 p.m.	03:50:01 p.m.	20.78
Traslado de Equipo sin carga	Tiempo de Operación	Demora en Operación	03:50:01 p.m.	04:03:00 p.m.	12.98
Carguio al Dumper	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	04:03:00 p.m.	04:08:32 p.m.	5.53
Transporte de Mineral	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	04:08:32 p.m.	04:25:14 p.m.	16.70
Traslado de Equipo sin carga	Tiempo de Operación	Demora en Operación	04:25:14 p.m.	04:46:41 p.m.	21.45
Carguio al Dumper	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	04:46:41 p.m.	04:53:12 p.m.	6.52
Transporte de Mineral	Tiempo de Operación	Tiempo Neto de Operación	04:53:12 p.m.	05:15:04 p.m.	21.87
Traslado de Equipo sin carga	Tiempo de Operación	Demora en Operación	05:15:04 p.m.	05:42:00 p.m.	26.93
Traslado de Personal (Salida)	Tiempo de Operación	Demora en Operación	05:42:00 p.m.	06:10:00 p.m.	28.00
Cambio de Guardia	Tiempo de Operación	Demora en Operación	06:10:00 p.m.	08:00:00 p.m.	110.00
Tiempo total medido					720.00

ANEXO 06B: ESTUDIO DE TIEMPOS DUMPER-501

Fecha : 23-jul-18
 Guardia : Día
 Zona : Nazareno
 Nivel : 3230
 Labor : RP 21 BP 871
 Distancia del frente a la parrilla (mts) : 1153.00 1031.00
 Equipo de transporte : Dumper-501 MT 2010
 Capacidad de Dumper : 20.00 TM 9.00 m3
 Material : Desmante Mineral
 Densidad : 2.70 TM/m3 3.00 TM/m3
 Factor de llenado : 0.8 0.8
 Factor de esponjamiento (Fs) : 0.30 0.30

Detalle de Actividad	Tipo de Actividad	H. INICIAL	H. FINAL	TOTAL HORAS	MINUTO
Charla de Seguridad	Demora en Operación	08:00:00 a.m.	08:07:42 a.m.	12:07:42 a.m.	7.70
Reparto de Guardia	Demora en Operación	08:07:42 a.m.	08:10:10 a.m.	12:02:28 a.m.	2.47
Traslado de Personal (Ingreso)	Demora en Operación	08:10:10 a.m.	08:30:00 a.m.	12:19:50 a.m.	19.83
Check List (Inspección y Reporte)	Demora en Operación	08:30:00 a.m.	08:35:42 a.m.	12:05:42 a.m.	5.70
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	08:35:42 a.m.	08:46:00 a.m.	12:10:18 a.m.	10.30
Espera de Scoop	Tiempo en Espera de Operación	08:46:00 a.m.	08:58:00 a.m.	12:12:00 a.m.	12.00
Carguio al Dumper	Tiempo Neto de Operación	08:58:00 a.m.	09:04:00 a.m.	12:06:00 a.m.	6.00
Transporte de Desmante	Tiempo Neto de Operación	09:04:00 a.m.	09:23:02 a.m.	12:19:02 a.m.	19.03
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	09:23:02 a.m.	09:32:13 a.m.	12:09:11 a.m.	9.18
Espera de Scoop	Tiempo en Espera de Operación	09:32:13 a.m.	09:48:00 a.m.	12:15:47 a.m.	15.78
Carguio al Dumper	Tiempo Neto de Operación	09:48:00 a.m.	09:55:00 a.m.	12:07:00 a.m.	7.00
Transporte de Desmante	Tiempo Neto de Operación	09:55:00 a.m.	10:24:10 a.m.	12:29:10 a.m.	29.17
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	10:24:10 a.m.	10:34:00 a.m.	12:09:50 a.m.	9.83
Carguio al Dumper	Tiempo Neto de Operación	10:34:00 a.m.	10:39:42 a.m.	12:05:42 a.m.	5.70
Espera para descargar	Tiempo en Espera de Operación	10:39:42 a.m.	11:00:00 a.m.	12:20:18 a.m.	20.30
Transporte de Desmante	Tiempo Neto de Operación	11:00:00 a.m.	11:32:00 a.m.	12:32:00 a.m.	32.00
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	11:32:00 a.m.	11:53:00 a.m.	12:21:00 a.m.	21.00
Almuerzo/Refrigerio	Demora en Operación	11:53:00 a.m.	12:46:00 p.m.	12:53:00 a.m.	53.00
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	12:46:00 p.m.	01:19:00 p.m.	12:33:00 a.m.	33.00
Carguio al Dumper	Tiempo Neto de Operación	01:19:00 p.m.	01:26:12 p.m.	12:07:12 a.m.	7.20
Transporte de Desmante	Tiempo Neto de Operación	01:26:12 p.m.	02:07:00 p.m.	12:40:48 a.m.	40.80
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	02:07:00 p.m.	02:26:00 p.m.	12:19:00 a.m.	19.00
Carguio al Dumper	Tiempo Neto de Operación	02:26:00 p.m.	02:32:00 p.m.	12:06:00 a.m.	6.00
Transporte de Desmante	Tiempo Neto de Operación	02:32:00 p.m.	03:05:42 p.m.	12:33:42 a.m.	33.70
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	03:05:42 p.m.	03:17:36 p.m.	12:11:54 a.m.	11.90
Carguio al Dumper	Tiempo Neto de Operación	03:17:36 p.m.	03:24:00 p.m.	12:06:24 a.m.	6.40
Transporte de Desmante	Tiempo Neto de Operación	03:24:00 p.m.	03:40:00 p.m.	12:16:00 a.m.	16.00
Espera por Echadero Llenos	Tiempo en Espera de Operación	03:40:00 p.m.	05:20:00 p.m.	01:40:00 a.m.	100.00
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	05:20:00 p.m.	05:34:10 p.m.	12:14:10 a.m.	14.17
Traslado de Personal (Salida)	Demora en Operación	05:34:10 p.m.	06:39:00 p.m.	01:04:50 a.m.	64.83
Cambio de Guardia	Demora en Operación	06:39:00 p.m.	08:00:00 p.m.	01:21:00 a.m.	81.00
Tiempo total medido				12:00:00 p.m.	720.00

ANEXO 06C: ESTUDIO DE TIEMPOS DUMPER-502

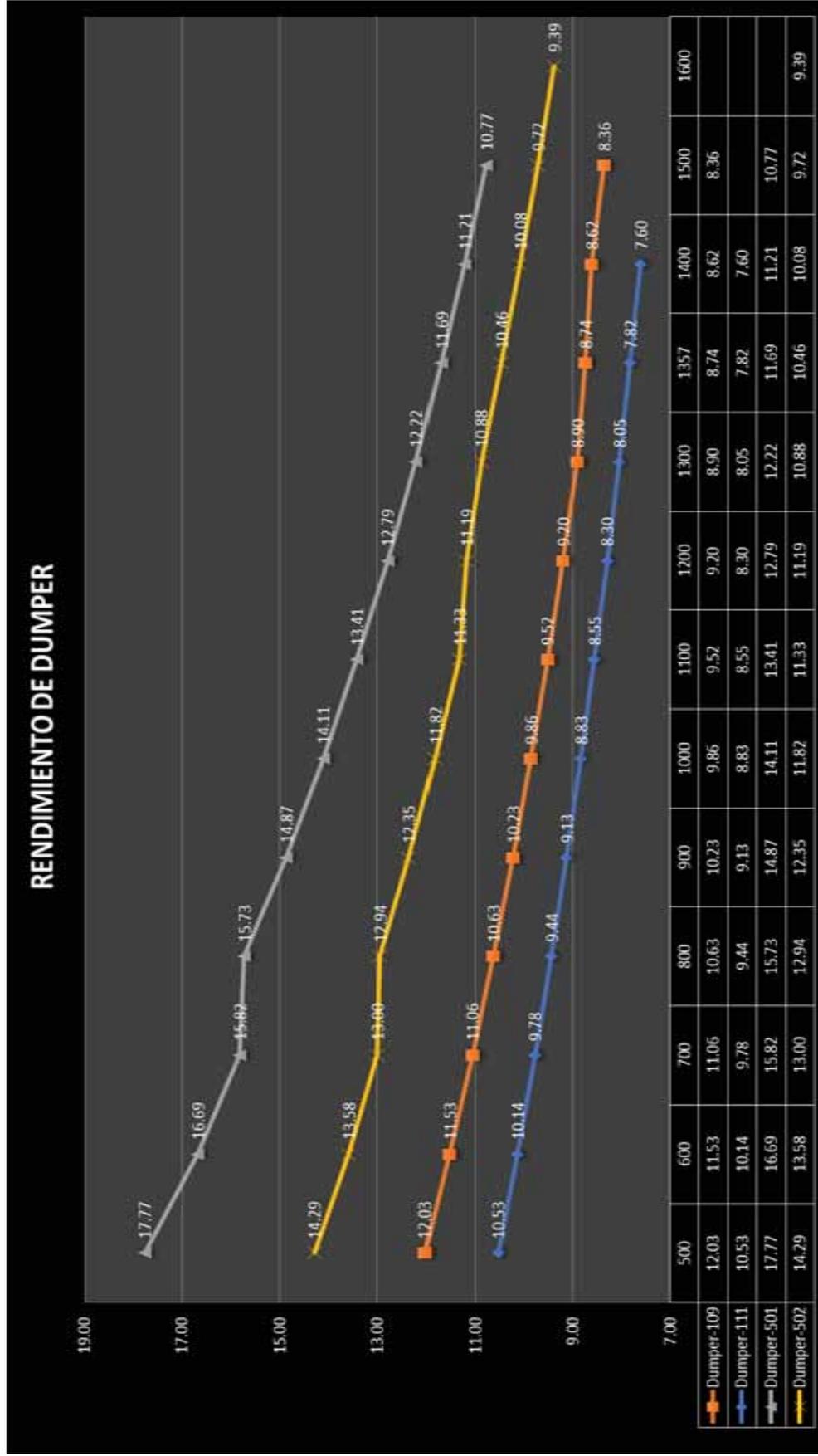
Fecha : 25-jul-18
 Guardia : Día
 Zona : Nazareno
 Nivel : 3340
 Labor : GAL 882 GAL 947 W
 Distancia del frente a la parrilla (mts) : 990.00 930.00
 Equipo de transporte : Dumper-502 MT 2010
 Capacidad de Dumper : 20.00 TM 9.00 m3
 Material : Desmante Mineral
 Densidad : 2.70 TM/m3 3.00 TM/m3
 Factor de llenado : 0.8 0.8
 Factor de esponjamiento (Fs) : 0.30 0.30

Detalle de Actividad	Tipo de Actividad	H. INICIAL	H. FINAL	TOTAL HORAS	MINUTO
Charla de Seguridad	Demora en Operación	08:00:00 a.m.	08:06:42 a.m.	12:06:42 a.m.	6.70
Reparto de Guardia	Demora en Operación	08:06:42 a.m.	08:11:10 a.m.	12:04:28 a.m.	4.47
Traslado de Personal (Ingreso)	Demora en Operación	08:11:10 a.m.	08:30:00 a.m.	12:18:50 a.m.	18.83
Check List (Inspección y Reporte)	Demora en Operación	08:30:00 a.m.	08:35:42 a.m.	12:05:42 a.m.	5.70
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	08:35:42 a.m.	08:40:00 a.m.	12:04:18 a.m.	4.30
Carguio al Dumper	Tiempo Neto de Operación	08:40:00 a.m.	08:46:48 a.m.	12:06:48 a.m.	6.80
Transporte de Desmante	Tiempo Neto de Operación	08:46:48 a.m.	09:15:11 a.m.	12:28:23 a.m.	28.38
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	09:15:11 a.m.	09:29:00 a.m.	12:13:49 a.m.	13.82
Carguio al Dumper	Tiempo Neto de Operación	09:29:00 a.m.	09:36:00 a.m.	12:07:00 a.m.	7.00
Transporte de Desmante	Tiempo Neto de Operación	09:36:00 a.m.	11:10:02 a.m.	01:34:02 a.m.	94.03
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	11:10:02 a.m.	11:22:00 a.m.	12:11:58 a.m.	11.97
Carguio al Dumper	Tiempo Neto de Operación	11:22:00 a.m.	11:28:00 a.m.	12:06:00 a.m.	6.00
Transporte de Desmante	Tiempo Neto de Operación	11:28:00 a.m.	11:45:23 a.m.	12:17:23 a.m.	17.38
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	11:45:23 a.m.	12:00:00 p.m.	12:14:37 a.m.	14.62
Almuerzo/Refrigerio	Demora en Operación	12:00:00 p.m.	12:45:00 p.m.	12:45:00 a.m.	45.00
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	12:45:00 p.m.	01:10:00 p.m.	12:25:00 a.m.	25.00
Carguio al Dumper	Tiempo Neto de Operación	01:10:00 p.m.	01:17:00 p.m.	12:07:00 a.m.	7.00
Transporte de Mineral	Tiempo Neto de Operación	01:17:00 p.m.	01:50:32 p.m.	12:33:32 a.m.	33.53
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	01:50:32 p.m.	02:14:00 p.m.	12:23:28 a.m.	23.47
Carguio al Dumper	Tiempo Neto de Operación	02:14:00 p.m.	02:22:00 p.m.	12:08:00 a.m.	8.00
Transporte de Mineral	Tiempo Neto de Operación	02:22:00 p.m.	03:15:12 p.m.	12:53:12 a.m.	53.20
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	03:15:12 p.m.	03:24:00 p.m.	12:08:48 a.m.	8.80
Carguio al Dumper	Tiempo Neto de Operación	03:24:00 p.m.	03:30:00 p.m.	12:06:00 a.m.	6.00
Transporte de Mineral	Tiempo Neto de Operación	03:30:00 p.m.	03:55:02 p.m.	12:25:02 a.m.	25.03
Espera por Echadero llenos	Tiempo en Espera de Operación	03:55:02 p.m.	04:50:00 p.m.	12:54:58 a.m.	54.97
Traslado de Equipo sin carga	Demora en Operación	04:50:00 p.m.	05:12:14 p.m.	12:22:14 a.m.	22.23
Carguio al Dumper	Tiempo Neto de Operación	05:12:14 p.m.	05:18:48 p.m.	12:06:34 a.m.	6.57
Transporte de Lama	Tiempo Neto de Operación	05:18:48 p.m.	06:03:00 p.m.	12:44:12 a.m.	44.20
Cambio de Guardia	Demora en Operación	06:03:00 p.m.	08:00:00 p.m.	01:57:00 a.m.	117.00
Tiempo total medido				12:00:00 p.m.	720.00

ANEXO 06D: CONTROL DE TIEMPOS DE TRANSPORTE

CONTROL DUMPER												
Dumper	Nivel	Labor	Hora de salida del pique	Hora de llegada a la labor sin carga	Tiempo de ida sin carga	Tiempo de Carguio	Hora de salida de labor (con carga)	Hora de llegada a la parrilla (Con carga)	Tiempo de vuelta con carga	Imprevistos (Tráfico)	Distancia del frente a la parrilla (mts)	Total ciclo (min)
Dumper-109		Bp 930 E	09:02:00	09:15:00	00:13:00	00:04:00	09:19:00	09:31:00	00:12:00	00:02:00	1,357	00:31:00
Dumper-109		Bp 930 E	09:34:00	09:44:00	00:10:00	00:04:00	09:50:00	10:02:00	00:12:00	00:02:00	1,357	00:28:00
Dumper-111		Bp 930 E	09:58:00	10:10:00	00:12:00	00:04:00	10:17:00	10:30:00	00:13:00	00:02:00	1,357	00:31:00
Dumper-109		Bp 930 E	10:07:00	10:18:00	00:11:00	00:04:00	10:22:00	10:33:00	00:11:00	00:02:00	1,357	00:28:00
Dumper-109	3290	Gal 866	10:34:00	10:47:00	00:13:00	00:04:00	10:51:00	11:08:00	00:17:00	00:02:00	1,652	00:36:00
Dumper-111		Gal 030 E	10:28:00	10:42:00	00:14:00	00:04:00	10:48:00	11:00:00	00:12:00	00:02:00	1,368	00:32:00
Dumper-111		Bp 930 E	01:12:00	01:24:00	00:12:00	00:04:00	01:29:00	01:43:00	00:14:00	00:02:00	1,357	00:32:00
Dumper-109		GAL 927 W	02:07:00	02:19:00	00:12:00	00:04:00	02:25:00	02:38:00	00:13:00	00:02:00	1,260	00:31:00
Dumper-111		GAL 927 W	02:03:00	02:13:00	00:10:00	00:04:00	02:19:00	02:33:00	00:14:00	00:02:00	1,260	00:30:00
Dumper-501		RP 21	09:05:00	09:17:00	00:12:00	00:04:00	09:22:00	09:33:00	00:11:00	00:02:00	1,153	00:29:00
Dumper-501		RP 21	09:33:00	09:43:00	00:10:00	00:04:00	09:47:00	10:01:00	00:14:00	00:02:00	1,153	00:30:00
Dumper-501		RP 21	10:47:00	10:57:00	00:10:00	00:04:00	11:04:00	11:17:00	00:13:00	00:02:00	1,153	00:29:00
Dumper-501		RP 21	02:08:00	02:20:00	00:12:00	00:04:00	02:24:00	02:40:00	00:16:00	00:02:00	1,153	00:34:00
Dumper-109		BP 871	11:28:00	11:36:00	00:08:00	00:04:00	11:40:00	11:52:00	00:12:00	00:02:00	1,031	00:26:00
Dumper-501		BP 871	11:15:00	11:24:00	00:09:00	00:04:00	11:28:00	11:40:00	00:12:00	00:02:00	1,031	00:27:00
Dumper-502		GAL 882	10:25:00	10:33:00	00:08:00	00:04:00	10:34:00	10:46:00	00:12:00	00:02:00	990	00:26:00
Dumper-502	3230	GAL 882	02:03:00	02:12:00	00:09:00	00:04:00	02:12:00	02:23:00	00:11:00	00:02:00	990	00:26:00
Dumper-502		GAL 947 W	02:30:00	02:39:00	00:09:00	00:04:00	02:40:00	02:53:00	00:13:00	00:02:00	930	00:28:00
Dumper-502		GAL 947 W	02:48:00	02:56:00	00:08:00	00:04:00	02:58:00	03:11:00	00:13:00	00:02:00	930	00:27:00

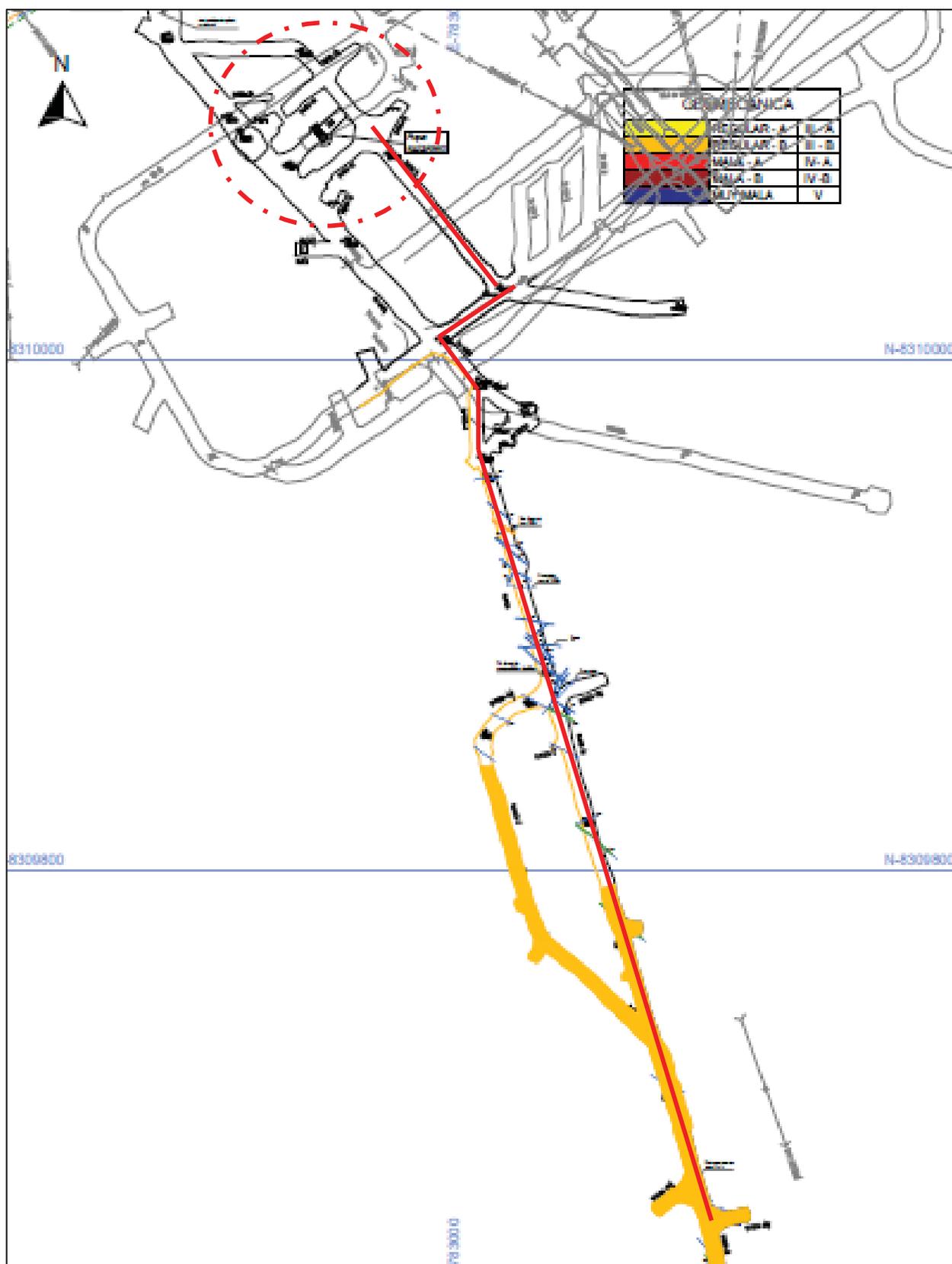
ANEXO 06E: RENDIMIENTO DUMPER (Ton/hora)



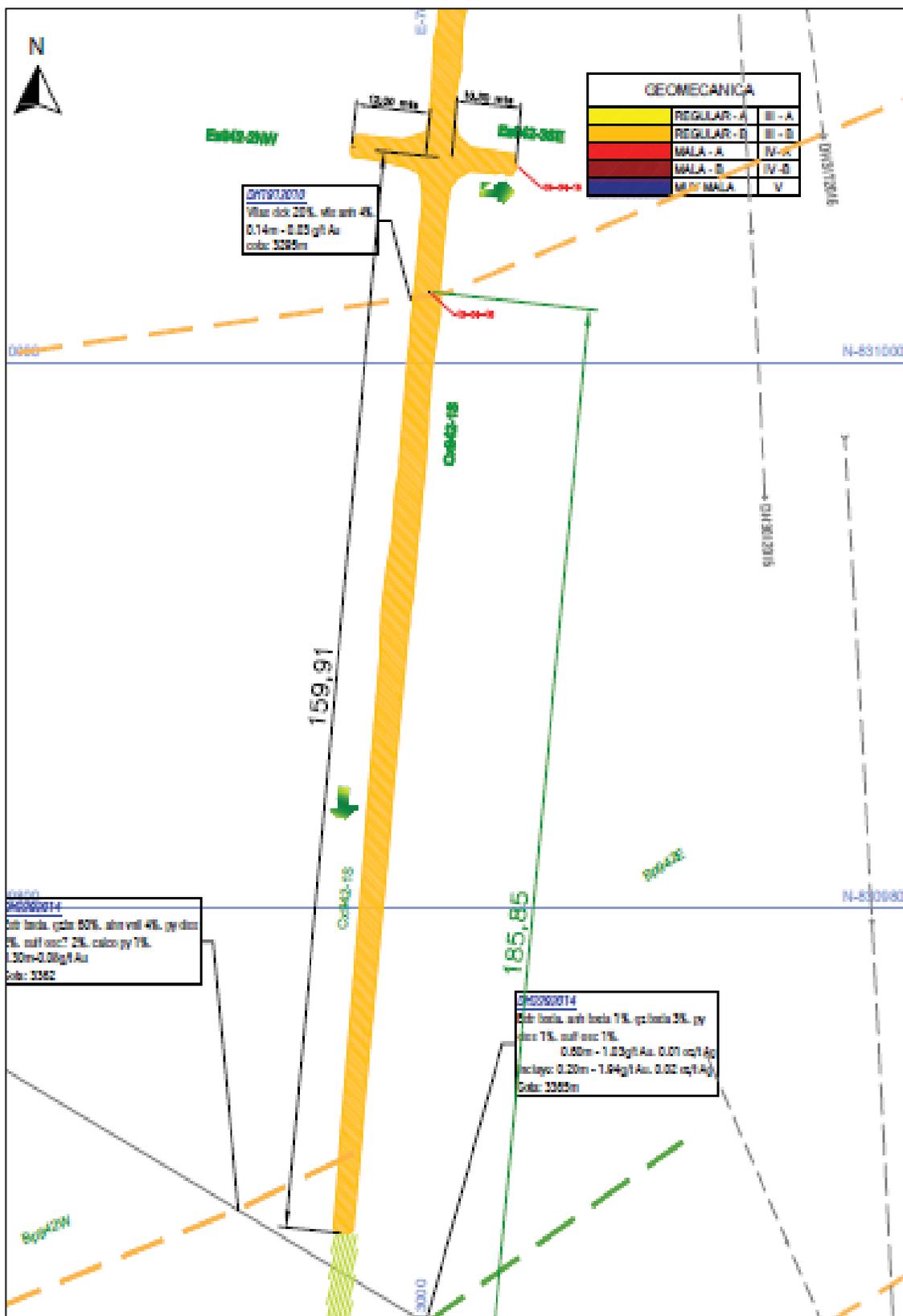
ANEXO 07: DISTANCIAS EN INTERIOR MINA Y SUPERFICIE

MATERIAL	ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA m
Mineral	SN 871-6-1E (TJ 871 E)	ECH.MIN. 3340	1,929
Mineral	TJ 1010 E	ECH.MIN. 3340	1,238
Mineral	TJ 1161 E	ECH.MIN. 3340	1,114
Mineral	TJ 1161 E	ECH.MIN. 3230	2,233
Mineral	TJ 1251	ECH.MIN. 3340	1,164
Mineral	TJ 411 (SN 810-1-1W)	ECH.MIN. 3230	1,636
Mineral	TJ 511	ECH.MIN. 3340	1,206
Mineral	TJ 511	ECH.MIN. 3230	1,734
Mineral	TJ 869 2E	ECH.MIN. 3340	1,890
Mineral	TJ 869 2E	ECH.MIN. 3110	2,039
Mineral	TJ 869 5E	ECH.MIN. 3340	1,680
Mineral	TJ 927 10W	ECH.MIN. 3340	1,513
Mineral	TJ 927 10W	ECH.MIN. 3110	3,106
Mineral	TJ 943 4E	ECH.MIN. 3230	1,841
Mineral	TJ 943 4E	Superficie	5,202
Mineral	TJ 943 4E	ECH.MIN. 3110	3,074
Mineral	TJ 966	ECH.MIN. 3340	1,364
Desmonte	BP 871	Ech.Desm. 3340	1,031
Desmonte	Gal 947 W	Ech.Desm. 3340	0,930
Desmonte	Gal 886	Ech.Desm. 3340	1,652
Desmonte	Gal 882	Ech.Desm. 3340	0,990
Desmonte	BP 930E	Ech.Desm. 3340	1,357
Desmonte	Gal 030E	Ech.Desm. 3340	1,260
Desmonte	Gal 927W	Ech.Desm. 3340	1,368
Desmonte	BP 942 5E	Ech.Desm. 3340	1,802
Desmonte	CX 942 1S	Ech.Desm. 3230	1,273
Desmonte	BP 1161 (Sn 1161-2E-13)	Ech.Desm. 3340	1,600
Desmonte	SN 871-6-1E (TJ 871 E)	Ech.Desm. 3340	1,929
Desmonte	VE 927 W (Est 927-1W-6N)	Ech.Desm. 3340	1,210
Lama	RP 10	Superficie	4,650
Lama	RP 14	Superficie	5,327
Lama	RP 16	Superficie	6,550
Lama	RP 18	Superficie	7,075
Lama	RP 21	Superficie	7,688
Lama	RP 710 4	Superficie	4,606

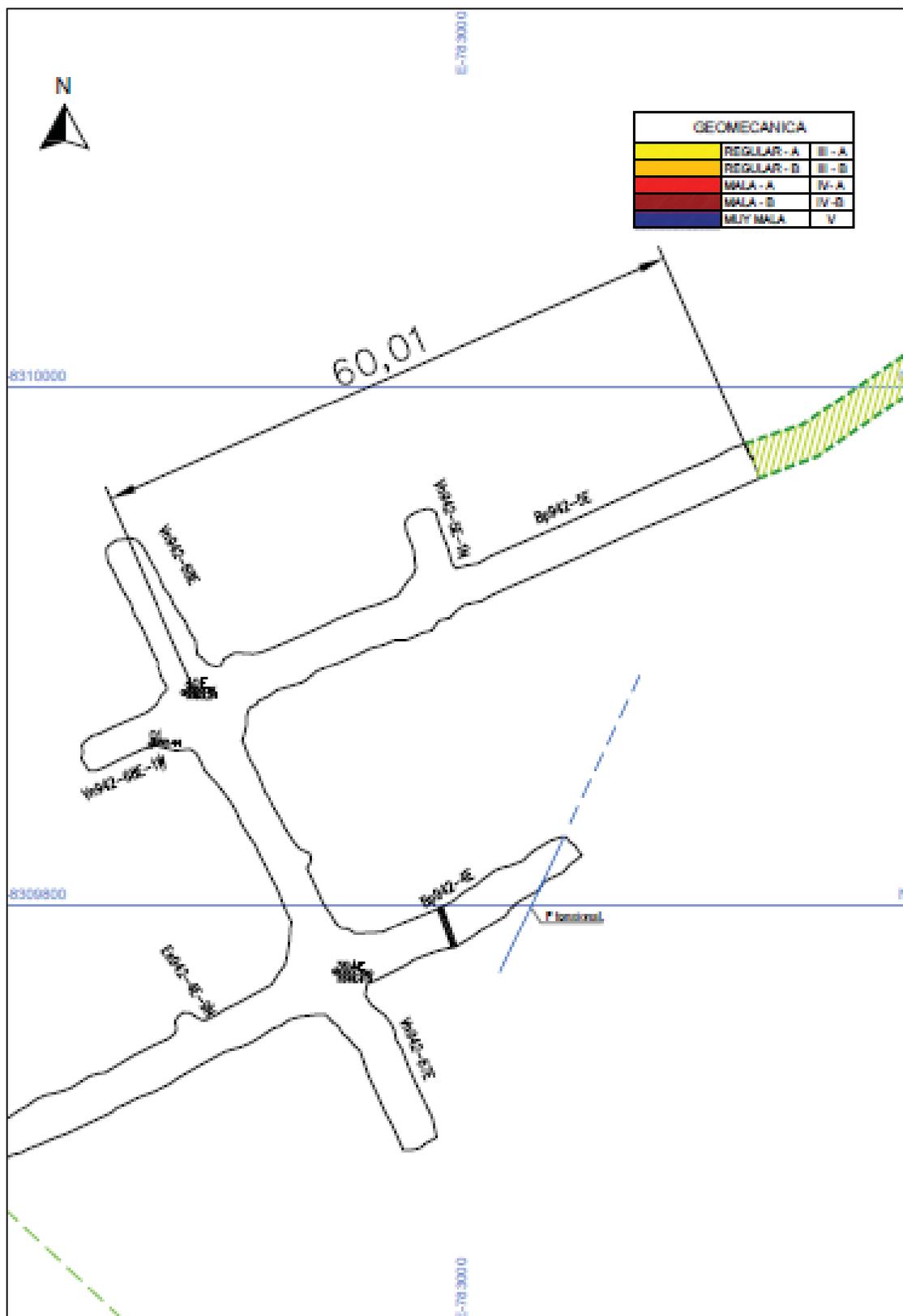
ANEXO 08: PLANO TOPOGRÁFICO DL NIVEL 3340, ECHADERO 3340



ANEXO 09: PLANO TOPOGRÁFICO DEL NIVEL 3340 – CX 942-2S



ANEXO 10: PLANO TOPOGRÁFICO DEL NIVEL 3340 – BP 942-5E



ANEXO 12: FOTOGRAFIA DEL PROCESO DE ACARREO – ST (D) 503

ANEXO 13: FOTOGRAFÍA DEL PROCESO DE CARGUÍO – ST (D) 154



ANEXO 14: FOTOGRAFÍA DEL PROCESO DE TRANSPORTE – DUMPER-501

