

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



TESIS

“OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS PARA MEJORAR
LA PRODUCTIVIDAD DE CARGUÍO Y ACARREO EN
UNA EMPRESA MINERA”

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
GESTIÓN MINERA

ELABORADO POR:
OTTO ARISTE QUISPE

ASESOR
M.Sc. Ing. DIONISIO CÁRDENAS GONZALES

LIMA – PERÚ
2024

DEDICATORIA

A mi madre y mi familia, que son mi inspiración y motivación, para salir adelante. Que a cada paso de mi vida académica y profesional impulsan mis caminos, a ellos mi gratitud infinita.

AGRADECIMIENTO

La presente investigación científica, se ejecutó gracias a los aportes recibidos a lo largo de mi permanencia universitaria en la Universidad Nacional de Ingeniería en la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica en la Sección de Postgrado. Estas enseñanzas fueron fundamentales para estudiar la Optimización de tiempos improductivos para mejorar la productividad de carguío y acarreo en una Empresa Minera, Huancavelica

A mis maestros en general de la Sección de postgrado de la Facultad De Ingeniería Geológica, Minera Y Metalúrgica de la Universidad Nacional De Ingeniería, por sus enseñanzas y ejemplos. Además, por las experiencias y vivencias pedagógicas, humanas y científicas en aulas y en todo espacio y tiempo del que hacer educativo.

Además, los más nobles y dignos agradecimientos al M.Sc. Ing. Dionisio Cárdenas Gonzales, quien guio y asesoró con toda su sabiduría y esperanza educativa la presente investigación científica. Así mismo, porque supo alimentar las ganas y los deseos de seguir investigando y formando liderazgo en los maestros.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I GENERALIDADES	15
1.1 Antecedentes bibliográficos	15
1.1.1 Antecedentes internacionales	15
1.1.2 Antecedentes nacionales	20
1.2 Descripción de la realidad problemática	24
1.2.1 A nivel internacional	24
1.2.2 A nivel nacional.....	26
1.2.3 A nivel local	28
1.3 Formulación del problema	29
1.3.1 Problema general	29
1.3.2 Problemas específicos	29
1.4 Justificación e importancia de la investigación.....	30
1.4.1 Justificación práctica.....	30
1.4.2 Justificación personal.....	31
1.5 Objetivos	31
1.5.1 Objetivo general.....	31
1.5.2 Objetivos específicos	31
1.6 Hipótesis.....	31
1.6.1 Hipótesis general	31
1.6.2 Hipótesis específicas	31
1.7 Variables e indicadores	32
1.7.1 Variables.....	32

1.7.2	Indicadores	32
1.7.3	Operacionalización de variables	34
1.8	Periodo de análisis.....	35
CAPÍTULO II EL MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL		36
2.1	Bases teóricas	36
2.1.1	Teoría del carguío.....	36
2.1.2	Ciclo de carguío y acarreo	36
2.1.3	Tiempo cuadrado	38
2.1.4	Tiempo de acarreo	38
2.1.5	Tiempo de descarga.....	38
2.1.6	Herramientas de control de calidad	39
2.1.7	Índices operacionales	39
2.1.8	Productividad de equipos de carguío y acarreo.....	40
2.1.9	Minimización de tiempos	41
2.2	Marco conceptual	42
2.2.1	Productividad de excavadoras.....	42
2.2.2	Productividad en los volquetes	42
2.2.3	Productividad instantánea (TM/h)	42
2.2.4	Productividad efectiva (TM/h).....	42
2.2.5	Productividad operativa (TM/h)	42
2.2.6	Tiempos improductivos	43
2.2.7	Tiempos reales de carguío y acarreo	44
2.2.8	Tiempo total	44
2.2.9	Tiempo de disponible.....	45
2.2.10	Tiempo operativo.....	45
2.2.11	Tiempo de demoras operacionales.....	45
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		46
3.1	Metodología	46
3.1.1	Tipo de investigación	46
3.1.2	Nivel de la investigación	46
3.1.3	Diseño de la investigación.....	46
3.1.4	Población	47

3.1.5	Técnicas e instrumentos para recolección de datos	47
3.2	Desarrollo del trabajo de tesis	49
3.2.1	Etapa preliminar.....	49
3.2.2	Etapa de campo.....	49
3.2.3	Etapa de gabinete.....	49
3.3.	Análisis de los resultados de la investigación y contrastación de hipótesis	50
3.3.1	Análisis de operaciones de carguío y acarreo.....	50
CAPÍTULO IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....		60
4 .1.	Peso vacío y carga útil dentro de los volquetes.....	60
4.2.	Control de calidad para Optimización de tiempos improductivos	61
4.3.	Disminución de tiempos improductivos.....	64
4.4.	Resumen antes y después del estudio.....	69
4.5.	Contrastación de hipótesis.....	70
4.5.1	Hipótesis General	70
4.5.2	Hipótesis específica 1	72
4.5.3	Hipótesis específica 2	74
CONCLUSIONES		76
RECOMENDACIONES.....		79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		80
ANEXOS		85
ANEXO I.....		86
Matriz de Consistencia.....		86
Operacionalización de las Variables		88
ANEXO II.....		89
Cálculo de la significancia bilateral		89
Costos de transporte.....		92
Costo De Propiedad		93
Cálculo de rendimiento de operación		94

Cálculo de Requerimiento de equipos al incremento de tonelaje	96
Cálculo de costo horario de un equipo.....	96
Fichas técnica de scoop R2900-G.....	98
Fichas técnica descriptiva de Scoop R2900-G.....	99
Fichas técnica descriptiva de llenado Scoop R2900-G.....	100
Fichas técnica descriptiva de altura de carguío Scoop R2900-G.....	101
Fichas técnica descriptiva de rendimiento de Scoop R2900-G	102
Fichas técnica descriptiva de volquete volvo FMX 380 CV	103
Fichas técnica descriptiva de Scania P-450 B.....	104
Fichas técnica descriptiva de Scania P-450 B.....	105
Scoop R-2900-G en carguío de mineral en el pique principal.....	106
Scoop R-2900-G en carguío de mineral en interior mina a damper	107
Scoop R-2900-G en echadero Nv 51 de mineral en interior mina.....	108
Scoop R-2900-G en carguío de mineral mina a volquete volvo FMX 380 CV....	109
Carguío de Mineral a volquete.....	109
Volquete volvo FMX 380 CV en descarga de mineral nivel 10 -Pique	110
Volquete en descarga de mineral en echadero Principal	110
Volquete Scania P-450 B en talleres mecánicos su inspección mecánica.....	111
Volquete en Inspección y Revisión Mecánica	111
ANEXO III: INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	112
ANEXO IV: OTROS.....	118
ANEXO V: CURRICULUM VITAE.....	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. <i>Operacionalización de variables</i>	34
Tabla 1.2. <i>Periodo de análisis</i>	35
Tabla 2.1. <i>Productividad operativa (TM/h)</i>	43
Tabla 2.2. <i>Tiempos improductivos</i>	44
Tabla 3.1. <i>Tiempo promedio mensual de equipos de acarreo: Volvo – día</i>	54
Tabla 3.2. <i>Tiempo promedio mensual de equipos de acarreo: Scania – día</i>	55
Tabla 3.3. <i>Tiempo promedio mensual de equipos de acarreo: Volvo – noche</i>	56
Tabla 3.4. <i>Tiempo promedio mensual de equipos de acarreo: Scania – noche</i>	57
Tabla 3.5. <i>Resumen mensual de tiempos improductivos de camiones - día</i>	58
Tabla 3.6. <i>Resumen mensual de tiempos improductivos de camiones - noche</i>	59
Tabla 4.1. <i>Tiempos de demora operativa en carguíos</i>	61
Tabla 4.2. <i>Tiempos de demora operativa en acarreos</i>	63
Tabla 4.3. <i>Tiempos disponibilidad y utilización antes del estudio</i>	64
Tabla 4.4. <i>Optimización de tiempos, aumento de disponibilidad y utilización después del estudio</i>	66
Tabla 4.5. <i>Optimización de tiempos improductivos en carguío y acarreo</i>	67
Tabla 4.6. <i>Optimización de tiempos improductivos en carguío y acarreo</i>	68
Tabla 4.7. <i>Resumen de antes y después de la productividad de carguío y acarreo</i> .	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. <i>Tiempo promedio de excavadora 380 FL</i>	50
Figura 3.2. <i>Tiempo promedio de excavadora 385 C</i>	51
Figura 3.3. <i>Tiempo promedio de excavadora 338 DL</i>	52
Figura 4.1. <i>Tiempo promedio de excavadora 338 DL</i>	60
Figura 4.2. <i>Tiempos de demoras operativas en Carguío acumulado</i>	62
Figura 4.3. <i>Tiempos de demoras operativas en acarreo acumulado</i>	63
Figura 4.4. <i>Tiempos disponibilidad y utilización antes del estudio</i>	65
Figura 4.5. <i>Optimización de tiempos, aumento de disponibilidad y utilización después del estudio</i>	66
Figura 4.6. <i>Resumen de antes y después de la productividad de carguío y acarreo</i> .69	69
Figura 4.7. <i>Curva de simetría de Gauss Hipótesis General</i>	71
Figura 4.8. <i>Curva de simetría de Gauss Hipótesis Específica 1</i>	73
Figura 4.9. <i>Curva de simetría de Gauss Hipótesis específica 2</i>	75

RESUMEN

El presente estudio científico, tuvo por objetivo: Comprobar que la Optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en una Empresa Minera. El mismo que responderá a la hipótesis general: La Optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera. Por su naturaleza y profundidad de estudio, fue una investigación de tipo aplicada, en el marco de un nivel experimental. Dinámica que fue materializada gracias al diseño pre - experimental. Para la cristalización del trabajo científico, se consideró como muestra a los tiempos improductivos en el proceso de carguío y acarreo, donde se aplicó los instrumentos de guía de observación y guía de análisis documental. Secuencialmente, los resultados obtenidos fueron procesados, analizados y relacionados desde la estadística descriptiva e inferencial, utilizando la estadística descriptiva desde el software Excel y SPSS v.27. Se llegó a la conclusión que, la Optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera, según la prueba $t = a 1.30$, con una Sig. (bilateral) de 0,000 menor a 0,05. Además, la Optimización de tiempos improductivos influye positivamente en la mejora del aprovechamiento de los equipos en las actividades productivas en la Empresa Minera, según la prueba $t = a 1.69$, con una Sig. (bilateral) de 0,000 menor a 0,05. Y finalmente, la Optimización de tiempos improductivos influye positivamente en la mejora de la producción en equipos del ciclo de mina en la Empresa Minera, según la prueba $t = a 1.74$, con una Sig. (bilateral) de 0,000 menor a 0,05.

Palabras clave: *Optimización de tiempos improductivos. Productividad de carguío. Acarreo.*

ABSTRACT

The objective of this scientific study was: To verify that the reduction of non-productive times positively improves the productivity of loading and hauling in a Mining Company. The same that will respond to the general hypothesis: The reduction of non-productive times positively improves the productivity of loading and hauling in the Mining Company. Due to its nature and depth of study, it was an applied type of research, within the framework of an experimental level. Dynamics that were materialized thanks to the pre-experimental design. For the crystallization of the scientific work, the unproductive times in the loading and hauling process were considered as a sample, where the instruments of observation guide and documentary analysis guide were applied. Sequentially, the results obtained were processed, analyzed and related from descriptive and inferential statistics, using descriptive statistics from Excel software and SPSS v.27. It was concluded that the reduction of non-productive times positively improves the productivity of loading and hauling in the Mining Company, according to the test $t = 1.30$, with a Sig. (bilateral) of 0.000 less than 0.05. In addition, the reduction of non-productive times has a positive influence on the improvement of the use of equipment in productive activities in the Mining Company, according to the test $t = 1.69$, with a Sig. (bilateral) of 0.000 less than 0.05. And finally, the reduction of non-productive times positively influences the improvement of production in mine cycle equipment in the Mining Company, according to the test $t = 1.74$, with a Sig. (bilateral) of 0.000 less than 0.05

Key words: *Reduction of unproductive time. Loading productivity. Hauling..*

INTRODUCCIÓN

La minería es una actividad industrial que consiste en la exploración, explotación y extracción de los recursos minerales acumulados en el suelo y el subsuelo. Al mismo tiempo, también es una de las ocupaciones que más dinero aporta a la nación desde el punto de vista económico. En lo que respecta a la minería de superficie, este tipo de minería se distingue por ser una industria que ocupa una parte importante de la producción debido a la capacidad de los equipos. El uso de éstos permite extraer y transportar cantidades masivas de material que ha sido fracturado mediante voladuras.

Se ha podido observar que, a nivel internacional los periodos improductivos durante las operaciones de carga y acarreo suponen un costo operativo que se añade al presupuesto global asignado. Se trata de un hecho difícil. Por ello, hay pérdidas económicas relacionadas con la entrega de mineral. En consecuencia, al realizar un análisis de las acciones enunciadas fue de suma importancia. La falta de comprensión sobre las horas improductivas, la falta de control sobre la producción, la falta de influencia y el contacto continuo con el área de fabricación y operaciones son los principales factores que contribuyen al problema. Las principales consecuencias son el aumento de los costos de producción, la disminución del rendimiento de los equipos y el aumento del tiempo y los gastos por unidad dedicados al mantenimiento.

Para Azarco (2018), “el sobredimensionamiento de las flotas, el diseño inadecuado de las operaciones y los volquetes mal abastecidos son los principales factores que contribuyen a los tiempos de inactividad no programados” (p. 35). Así, tanto los gastos como el rendimiento de los equipos de carga se ven directamente afectados por estos factores. Las actividades de carga y acarreo suponen entre el 50% y el 60% de los costos totales de explotación en las minas de superficie. Esta es la principal repercusión del hecho de que estas operaciones requieren el mayor gasto de recursos.

Además, según Apaza (2017), “es de suma importancia para las empresas mineras maximizar la eficiencia de sus actividades de ciclo de carga y acarreo para evitar incurrir en pérdidas financieras, escasos beneficios o devaluación económica” (p. 83). En ese sentido, el número total de horas de trabajo puede reducirse gracias a una serie de variables, entre ellas los tiempos muertos. Así, se crean durante el ciclo de carga y elevación, el cambio de protecciones, el suministro de combustible, el traslado del frente, la falta de operaciones de la máquina, la inspección de la máquina, etc. El impacto más significativo es un aumento de los gastos y un descenso de la productividad, ambos perjudiciales para la región de planificación minera.

Es por ello que, según Calua (2017) “la baja productividad y un índice de utilización ínfimo son el resultado de los momentos improductivos variables que se producen a lo largo del ciclo de carga y acarreo” (p. 83). La formación inadecuada del personal en el ciclo de carga y acarreo tiene parte de culpa, lo que refleja problemas con las operaciones”.

Por estas razones teóricas, es importante el desarrollo de un estudio sobre la Optimización de tiempos improductivos para mejorar la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera; Así la investigación tuvo como problema general, ¿De qué manera la Optimización de tiempos improductivos mejora la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera? Cuyo objetivo principal será: Comprobar que la Optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera

La hipótesis general que se requiere contrastar será: La Optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera. La investigación será de tipo aplicada, nivel correlacional, diseño correlacional donde la población estará conformada por todos los equipos de carguío y acarreo, entre excavadoras

hidráulicas y volquetes de una empresa minera. Mientras que la muestra estará conformada por la misma cantidad de equipos de carguío y acarreo.

Para mayor entendimiento del trabajo de investigación, se ha dividido en tres CAPÍTULOS, los mismos que comprenden lo siguiente: El capítulo I, está compuesto por las GENERALIDADES, donde se ubican los antecedentes de investigación, la descripción de la realidad problemática, la formulación del problema, la justificación e importancia de la investigación, los objetivos, las hipótesis, las variables e indicadores y el periodo de análisis.

El capítulo II, se presenta el MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL, donde se ubican las bases teóricas y el marco conceptual. Finalmente, en el capítulo III, se encuentra la METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, donde se podrá visualizar la metodología, el tipo, nivel y diseño de investigación, además de la fuente de la recolección de datos, el cronograma y el presupuesto.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes bibliográficos

Sobre la Optimización de tiempos improductivos para la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera, no se han realizado estudios específicos tanto a nivel internacional, nacional y local. Sin embargo, se han desarrollado estudios vinculados a las variables de estudio, los cuales se citan a continuación.

1.1.1 Antecedentes internacionales

Barranco (2017), realizó un estudio científico titulado: *Optimización de los ciclos de cargue, transporte y descargue de caliza y mezclas (limolitas, chert, margas) en la planta de cementos argos, Tolviejo-Sucre*. El presente trabajo consiste en la optimización de los ciclos de cargue, transporte y descargue de piedra caliza y compuestos que se llevan a cabo en la planta de Tolviejo, propiedad de la multinacional Argos S.A. La optimización se basa en el análisis de los ciclos de cargue, transporte y descargue actuales, así como de las condiciones en que se llevan a cabo. El proyecto consiste en tomar una serie de ciclos de transporte que se realizan diariamente en la cantera, realizar un análisis adecuado en busca de la identificación de factores que alteren el normal funcionamiento de los mismos, y posteriormente tomar medidas correctivas para optimizar cada etapa del proceso con base en los hallazgos del análisis. Se concluyó que, como medida de optimización de los ciclos de transporte se propone

un programa de formación para los operadores de los componentes implicados en la carga y transporte. La construcción de dos nuevas vías para el recorrido del material se propone como medida para optimizar los ciclos de transporte. El objetivo de esta medida es reducir el tiempo empleado. Además de las posibles soluciones que se han sugerido, se han aportado una serie de sugerencias para el mantenimiento de todas las calles de la cantera; esto permitirá proteger la maquinaria y mejorar la eficacia operativa de la cantera.

Gaete (2019), investigó sobre: *Interfaz computacional para gestión de KPI de operadores de carguío y transporte de Minera Centinela*. Tuvo como objetivo describir el caso del transporte, los KPI que se ha decidido incluir en la interfaz son el tiempo de localización, el tiempo de retroceso, el tiempo de vuelco, la velocidad, las horas de servicio y la utilización en función de la disponibilidad. Para la carga, los KPI que se eligieron para incluir en la interfaz son la carga útil, el rendimiento efectivo, el tiempo de carga, las horas de funcionamiento y la utilización basada en la disponibilidad. La interfaz se ha desarrollado con Spotfire, un programa de inteligencia empresarial (BI) capaz de procesar grandes cantidades de datos y presentarlos de forma comprensible. Como resultado, se descartan los KPI indicados anteriormente, junto con el tiempo de localización, el tiempo de vuelco y el tiempo de retroceso. Simultáneamente a la entrega de la interfaz, se celebran reuniones de información y formación para instructores y supervisores de turno. Para formar a los operarios en el uso de esta interfaz, se diseña un plan de trabajo. Este plan de trabajo consiste en tomar a los operarios con KPI más bajos e instruirlos durante dos turnos. Después, los resultados del progreso del operario se presentan en reuniones, que se aprovechan para debatir la tarea realizada. El director de Operaciones de la mina realiza presentaciones como parte de un esfuerzo por reforzar este programa. En estas presentaciones, se hace hincapié tanto en el trabajo que se va a realizar como en las medidas de seguridad que se van a tomar. Se concluyó que, de la adopción de esta interfaz se producen excelentes resultados; los operarios responden a ella con una actitud de superación de obstáculos y de

establecimiento de objetivos personales para avanzar en sus capacidades. Prueba de ello es el aumento de los indicadores clave de rendimiento (KPI) de los operadores, el aumento del rendimiento de las CAEX y la conciliación topográfica mensual (cubicación), que revela que las CAEX están realmente más cargadas que el mes anterior, lo que indica un aumento del factor de carga.

Alcarraz et al. (2021), desarrollaron el estudio titulado: *Modelo de Mantenimiento Predictivo basado en el Análisis del Dispatch para el Incremento de la Utilización Efectiva*. El objetivo de este estudio fue instalar un sistema de mantenimiento predictivo en los equipos de transporte de una mina de superficie para aumentar el porcentaje de uso eficiente de dichos equipos. La investigación comienza con la recogida e identificación de datos en el área de estudio. A continuación, se analizarán los datos almacenados en el sistema de Despacho utilizando la metodología Lean Six Sigma. Esto permitirá identificar las causas principales de los retrasos operativos presentes en el proceso estudiado. Los resultados son: una vez reconocidos los retrasos operacionales que impiden el correcto desarrollo en el transporte de mineral y roca estéril, se ofrecerán los objetivos de mejora y los planes de mantenimiento predictivo para los equipos investigados. Se concluyó que, con la ayuda de esta investigación, se espera mejorar los procesos que inciden en el ciclo de acarreo. Además, con la ayuda de un sistema de mantenimiento predictivo adecuado, será posible mejorar los índices operativos de los equipos de transporte, así como reducir los costes asociados a los equipos de minería y la cantidad de tiempo que pasan sin funcionar.

Molina (2021), investigó sobre: *Modelo de optimización de un sistema pala-camión en una mina de carbón a cielo abierto*. El estudio buscó escribir la matriz de estudio que permitirá el planteamiento de un cómputo evolutivo ou pas, que admita la optimización de los tiempos muertos del sistema de largo manejo en una mina de carbón a cielo abierto hacia la disminución

de las incógnitas que no son tomadas en cuenta en la mayoría de los análisis mineros. Dicho sistema es el marco de estudio que permitirá el planteamiento de un algoritmo evolutivo no determinista. En el contexto de nuestro estudio, nos referimos a ellas como t_x (incertidumbres de salida) y t_y (incertidumbres de retorno), lo que permite agilizar la toma de decisiones en la planificación a corto plazo y aumentar la productividad. El resultado más relevante fue: la herramienta nos proporciona un abanico de posibles ganadores (cromosomas) con una reducción de tiempo mínima de hasta 1,3 minutos y máxima de hasta 5,3 minutos en el tiempo de ciclo, obteniendo una ganancia de hasta 51,75 bcm/h del proceso para el caso del ejercicio aplicado. Además, permite realizar ajustes de acuerdo con las restricciones del evaluador, teniendo en cuenta la velocidad, los contadores del proceso y la población objetivo. Se concluyó que, en el corpus de investigación existente sobre procesos estocásticos, la mayor parte de la atención se ha prestado a las actividades unitarias de la minería polimetálica. Con esta propuesta, presentamos un instrumento que se ha aplicado a la minería del carbón y es totalmente adaptable a las condiciones de explotación manual del sector en favor del desarrollo de la minería local.

Ojeda (2021), desarrolló una investigación titulada: *Simulación del sistema de carguío y transporte de la Mina Rajo Sur, División El teniente*. El objetivo de este estudio fue: construir un modelo de simulación de la Mina Rajo Sur con la intención de estimar la influencia que tendrá la disponibilidad de los equipos mineros en el cumplimiento de los objetivos mineros para los años 2022 y 2023. Para alcanzar este objetivo, se estudian varias situaciones potenciales de disponibilidad, así como varias flotas de camiones diferentes. Los resultados de las simulaciones indican que para alcanzar los objetivos fijados para 2022 en términos de alimentación de planta y movimiento global, una flota de 12, 13 ó 14 camiones debe tener una disponibilidad mínima del 83, 78,8 ó 70%, respectivamente. Esto es así independientemente del número de vehículos de la flota. Además, tiene que haber una media de 11 camiones

operativos cada mes para alcanzar el tonelaje objetivo para ese periodo. Los resultados fueron: para satisfacer el plan 2023 en términos de alimentación de planta y transporte global, una flota de 12, 13 o 14 camiones, respectivamente, debe tener una disponibilidad mínima del 88, 83 o 78,8%, respectivamente. Además, se necesita una media de 11,44 camiones operativos para cumplir las previsiones mensuales de tonelaje para alcanzar los objetivos. En conclusión, no hay ninguna posibilidad de que se cumpla el plan para 2022 con una flota de 12 camiones y una tasa de disponibilidad del 78,8% de media, como prevé el área de planificación. Además, para disponibilidades inferiores al 78,8%, una mejora de la disponibilidad de sólo un punto porcentual supone un aumento de la alimentación de la planta de 160 t/día y del movimiento total de 320 t/día. Sin embargo, si la disponibilidad ya es superior o igual al 78,8%, un aumento de la disponibilidad de sólo un 1% supondrá un aumento de 100 y 200 tpd, respectivamente, en la alimentación de la planta y el movimiento total.

Riquelme (2021), realizó un estudio titulado: *Propuesta de plan de optimización de producción de carguío y transporte para la gran minería a cielo abierto*. En mencionado estudio se desarrolló con el objetivo de describir las causas principales de estos fallos vienen dadas por un control de baja calidad en los mecanismos de carga y transporte, junto con los diversos trastornos operativos creados por el uso de equipos inadecuados. Estos fallos impiden a las empresas alcanzar una producción óptima. El autor pudo recopilar información de la industria minera que utilizan técnicas de optimización que están funcionando activamente y luego compararlas de acuerdo a los diversos contextos que existen en la minería, centrándose en los problemas y provocaciones realmente críticos que luego serán analizados lógicamente y metódicamente. Esta información se obtendrá de las empresas mineras que utilizan métodos de optimización que están funcionando actualmente. Concluyó que, se prevé que este proyecto tendrá éxito, ya que permitirá determinar las áreas en las que es más vital concentrarse, así como los factores básicos que influyen en la búsqueda de la mejora del rendimiento.

1.1.2 Antecedentes nacionales

Vega (2019), desarrolló un estudio científico titulado: *Incremento de la productividad en el tonelaje movido mediante la aplicación de la mejora de métodos en la Unidad Minera Cobriza - Doe Run Perú Liquidación, Huancavelica*. Se tuvo el objetivo de encontrar formas de mejorar los procesos ya existentes en la Unidad Minera Cobriza - Doe Run Perú Liquidación, Huancavelica para aumentar los niveles de producción. El estudio propone sustituir los vehículos Kamaz por furgonetas para reducir el tiempo que tardan los operarios en desplazarse hasta sus respectivos equipos y construir un nuevo módulo de cambio de guardas situado en el interior del tajo. Esto acercará a los operarios a sus respectivos equipos. El resultado fue: se investigaron las operaciones de carga y acarreo, y se descubrió que el acarreo es el paso que causa más retrasos entre los dos procesos. Se concluyó que, una vez concluido el estudio, se determinó que la aplicación de las mejoras sugeridas influye sustancialmente en la productividad de palas y camiones, así como en la cantidad de material transportado y en la cantidad de dinero ganada.

Díaz y Medina (2020), en su trabajo de investigación titulada: *Optimización de tiempos improductivos para mejorar la productividad de los procesos de Carguío y Acarreo tajo Pampa Verde, minera la Zanja*, buscó reducir el tiempo dedicado a actividades no productivas para aumentar el rendimiento de los equipos de carga y acarreo utilizados por la empresa minera La Zanja en el tajo Pampa Verde. Debido a que los datos se recogieron en una sola sesión, el estudio fue de tipo cuantitativo y su diseño fue no experimental descriptivo transversal. Los periodos improductivos durante la carga suponen una pérdida de 65.185 toneladas de material que no se mueve en 78,6 horas, mientras que los tiempos improductivos durante el acarreo suponen una pérdida de 2.22323 toneladas de material que no se transporta en 180,81 horas. Esto ha podido confirmarse gracias a los resultados obtenidos. Los resultados fueron, la cantidad de tiempo empleado por el equipo de carga sin hacer nada útil se redujo en un 10,52%,

y la cantidad de tiempo empleado por el equipo de arrastre sin hacer nada productivo se redujo en un 11,0%. Se concluyó que, fue posible aumentar la producción del equipo de carga en un 4,14%, lo que se tradujo en una media de 425,44 toneladas, mientras que la producción del equipo de arrastre pudo crecer en un 6,22%, lo que se tradujo en una media de 426,62 toneladas. También se demostró que la reducción del porcentaje de tiempo dedicado a actividades no productivas condujo a un aumento de la productividad global de los equipos de carga y arrastre.

Vargas (2020), desarrolló una investigación titulada: *Evaluación de costos para el proceso de carguío y acarreo en minería superficial – Cajamarca – 2019*. El objetivo de la investigación es llevar a cabo un examen del proceso de carga y acarreo, con el objetivo de la investigación fue: identificar los elementos que impactan en estas operaciones y que están causando horas improductivas en la minería a cielo abierto a lo largo de 2019. Se ha realizado una investigación cuantitativa utilizando un diseño de investigación no experimental y correlacional a nivel de investigación. La técnica consta de cuatro fases: fase 1, que tiene lugar antes del trabajo de campo; fase 2, que tiene lugar en el campo; fase 3, que tiene lugar en el escritorio; y fase 4, que prepara el informe. Los resultados fueron: el tiempo de ciclo medio total de la fase de carga y acarreo es de 17 minutos, que la excavadora Komatsu PC-350 LC tiene una productividad de 6,8 toneladas/hora, que la excavadora Komatsu PC-350 DE tiene una productividad de 4,5 toneladas/hora y que la excavadora CAT 320 tiene una productividad de 3,4 toneladas/hora, en el caso de los volquetes. Como resultado se han obtenido estos resultados. Se concluyó que, el coste de carga por hora asciende a 120 dólares USA/hora para los volquetes FMX y FM de 15 metros cúbicos de capacidad, destacando su disponibilidad mecánica del 70% y su utilización del 75%. El coste de transporte por tonelada generada es de 40 dólares estadounidenses por hora. La evaluación de los gastos asociados a la carga y acarreo es una parte muy esencial de la actividad minera. Esto se debe al hecho de que su evaluación

crea parámetros que pueden ajustarse con el único propósito de disminuir los costes de explotación.

Salazar (2022), estudió sobre: *Incremento de la productividad en carguío y acarreo mediante la disminución de tiempos improductivos en la construcción del pad de lixiviación Ciénaga norte en cia. Minera Coimolache S.A.* En la que estableció el objetivo de: identificar, categorizar, cuantificar y analizar los tiempos improductivos que se presentan en las actividades de carga y acarreo; generar un plan de acción con el fin de estandarizar y mantener la mejora continua en cada uno de estos procesos; y en última instancia, aumentar la productividad y, como resultado, mejorar el rendimiento. Los resultados fueron: en los meses de junio a agosto, se analizó la información sobre los tiempos improductivos, y los resultados mostraron que las horas de retraso más significativas se debían a la falta de frente de trabajo, a un operario no disponible, al acondicionamiento del frente, a la espera en el punto de carga, a una zona de descarga reducida y al suministro de combustible. Se concluyó que, el porcentaje de utilización de los equipos aumentó del 73,19% al 82,42% durante el proceso de carga, y subió del 71,07% al 81,39% durante el proceso de acarreo. El ahorro en costes unitarios de material de corte fue de 0,21 dólares por metro cúbico, mientras que el ahorro en costes unitarios de relleno estructural fue de 0,17 dólares por metro cúbico.

Cueva (2022), realizó una investigación titulada: *Control de tiempos improductivos mediante el modelo de regresión lineal para mejorar la productividad en el proceso de acarreo en la empresa OPEMIP S.A.C. – U.M. San Rafael.* El propósito general de este estudio es "Gestionar los periodos improductivos mediante el modelo de regresión lineal para potenciar la productividad en el proceso de acarreo en la empresa OPEMIP S.A.C. - U.M. San Rafael". Se usó un enfoque cuantitativo, aplicado y descriptivo, un diseño de estudio experimental, una técnica analítica a través de la observación y la experimentación, y todos estos en conjunto

conforman la metodología empleada. Los resultados fueron: se demuestra que si se aumentan las horas efectivas de trabajo en una unidad la producción aumentará en 539.695 toneladas transportadas. Se concluyó que, además del aumento de las horas operativas y utilizadas. Esto se demuestra a pesar de que el aumento de las horas de funcionamiento y de utilización no es estadísticamente significativo. Se logró controlar significativamente los tiempos improductivos utilizando el modelo de regresión lineal $Prod\ Guard = 244.740 + 539.695$ (horas efectivas), lo que resultó en un aumento significativo de la producción de 5.560,64 ton/día a 7.000,00 ton/día en los procedimientos de acarreo en la empresa OPEMIP S.A.C. - U.M. San Rafael. Se ha llegado a la conclusión.

Bazalar (2023), realizó un estudio científico titulado: *Propuesta de un modelo de simulación de líneas de espera para optimizar el tiempo y el número de camiones de transporte de material y palas de la mina de Fosfato Bayovar a la planta concentradora*. La presente investigación se llevó a cabo en la mina Sechura de la empresa MiskiMayo para determinar el número óptimo de camiones mineros y palas necesarios para transportar el mineral a la zona de almacenamiento con el fin de evitar la escasez en la planta concentradora. Esta investigación se llevó a cabo con el fin de determinar el número óptimo de camiones mineros y palas necesarios para transportar el mineral a la zona de almacenamiento. Como herramienta complementaria para el trabajo de simulación que se llevó a cabo, se utilizó el programa Arena, versión 12 tipo estudiante. Se tienen los siguientes resultados: se obtuvo que la empresa opera actualmente con 7 palas y 20 camiones mineros moviendo 10'099,249.78 toneladas al año, cifra que se encuentra aproximadamente en 3.9% respecto a la producción publicada por la empresa MiskiMayo en el año 2016, así como 916,000 tm en el mes de mayo de 2021 y el modelo realizado nos arrojó 918,000 resultados mensuales, con una diferencia aproximada de 3.9. Se concluyó que, se corren los escenarios con los parámetros aproximados de 18 y 22 camiones

con 6 y 8 palas, y se obtiene un valor óptimo sugerido de 22 camiones con 8 palas, lo que resulta en un incremento aproximado de 5% en el traslado de mineral.

1.2 Descripción de la realidad problemática

Los momentos improductivos son aquellos en los que no se realiza ningún trabajo efectivo; al contrario, interrumpen el ciclo de trabajo. Durante los momentos improductivos, el ciclo de trabajo se interrumpe. Como consecuencia directa de ello, la producción se detiene, lo que suele ocurrir como resultado de cuellos de botella o imprevistos. Según Apaza (2017), “tanto los accidentes en la industria minera como los tiempos de inactividad en las fábricas modernas contribuyen a importantes pérdidas de producción” (p. 6). Esto se ha convertido en un problema bastante común que hay que abordar. Por ello, es necesario realizar un estudio exhaustivo de las condiciones de trabajo, el estado de los equipos y todos los demás componentes que intervienen en las operaciones.

Los elementos más frecuentes que contribuyen a los periodos improductivos durante la carga y el acarreo se derivan principalmente de las causas primarias, que son las siguientes: distribución insuficiente de los equipos; mal estado de las vías; averías mecánicas; circunstancias del emplazamiento; retrasos operativos, etc. La existencia de estas causas primarias repercute en la producción diaria típica porque contribuye a aumentar los costes unitarios de las actividades de carga y acarreo. Todo ello tiene como consecuencia un incremento de estos gastos. Según Azarco (2018), “las variables que provocan periodos improductivos traen como consecuencia el tráfico en los puntos de carga y el incumplimiento de los niveles de producción proyectados” (p.34).

1.2.1 A nivel internacional

Aunque el sector minero contemporáneo se vio afectado por la epidemia de COVID - 19, la producción no se redujo significativamente. Además, Ojeda (2021), menciona que “se

prevé que para 2050 la demanda de minerales por parte de los consumidores aumente un 500%, impulsada sobre todo por el crecimiento del uso de energías sostenibles” (p. 43). Es decir, las circunstancias actuales han repercutido en la recaudación de impuestos de numerosas naciones con importantes sectores mineros en su territorio.

Asimismo, Riquelme (2021) menciona que “el crecimiento económico en la zona de América Latina y el Caribe aumentó una media del 4% entre 2014 y 2017 gracias a los abundantes recursos minerales de la región, y una media del 7% entre 2018 y 2020” (p. 67). Así también la pandemia fue un problema externo mundial, donde las empresas mineras han tenido que aplicar estrategias de productividad, sobre todo en lo que respecta a la asignación del tiempo de los trabajadores.

Riquelme (2021), realizó un estudio titulado: *Propuesta de plan de optimización de producción de carguío y transporte para la gran minería a cielo abierto*. A través de mencionado estudio, se pretendió describir sobre las principales razones de estas averías, que se derivan de un control de calidad poco riguroso de los sistemas de carga y transporte y de una amplia gama de trastornos operativos provocados por el uso de maquinaria de calidad inferior. Estos problemas impiden a las empresas alcanzar todo su potencial de producción. Para ello, el autor utilizó métodos de optimización actualmente eficaces para recopilar datos de la actividad minera, que luego comparó en distintos entornos mineros con el fin de centrarse en los problemas y provocaciones más acuciantes. Los datos se recogieron de empresas mineras que utilicen estrategias de optimización ya aplicadas. Resumió sus reflexiones afirmando que la iniciativa tenía probabilidades de éxito, ya que permitiría detectar las preocupaciones más acuciantes y los aspectos fundamentales que determinan los esfuerzos por aumentar la productividad.

1.2.2 A nivel nacional

En el Perú, Vega (2019), menciona que “el 11% del PIB, el 50% del cambio de divisas y el 20% de los ingresos fiscales proceden de la industria minera” (p. 90). Por otro lado, la industria agrícola aporta unos 5.000 millones de dólares en ingresos, mientras que las industrias pesquera y forestal aportan unos 3.000 millones cada una. Sin embargo, la industria minera aporta 20.000 millones de dólares de ingresos anuales.

Bazalar (2023), realizó un estudio científico titulado: *Propuesta de un modelo de simulación de líneas de espera para optimizar el tiempo y el número de camiones de transporte de material y palas de la mina de Fosfato Bayovar a la planta concentradora.*

El autor en mencionado estudio, buscó determinar el número óptimo de camiones mineros y palas necesarios para trasladar el mineral a la zona de almacenamiento con el fin de evitar la escasez en la planta de concentrados. Se estudió el número de camiones mineros y palas necesarios para trasladar el mineral al almacén. Se utilizó la versión para estudiantes del software Arena para complementar el trabajo de simulación ya realizado. Los resultados muestran que, en mayo de 2021, la empresa habrá movido 916.000 tm utilizando 7 palas y 20 camiones mineros, lo que supone un aumento de alrededor del 3,9% en comparación con las cifras de producción publicadas por MiskiMayo en 2016.

Además, el modelo que ejecutamos nos dio unos resultados mensuales de 918.000 tm, por lo que la diferencia entre ambos es de aproximadamente el 3,9%. Encontramos que, si ejecutamos los escenarios con los parámetros aproximados de 18 y 22 camiones con 6 y 8 palas, respectivamente, obtenemos un mejor valor propuesto de 22 camiones con 8 palas, lo que conduce a un aumento de alrededor del 5% en la transferencia de mineral. Hubo una inversión

de 566 millones de dólares en la mina, según informa Cabezas Oruna (2011). Sin embargo, la Tabla 3 de Caterpillar, líder del sector, muestra que más de 40 millones de dólares, unos 226,4 millones de dólares australianos, se destinan a la excavación y el transporte. A continuación, se detallan los gastos asociados al funcionamiento de la mina.

Por otro lado, Yarleque (2020), en su investigación: *Identificación y análisis de los tiempos improductivos en equipos de explotación de alexita-unidad de operaciones salinas, Inkabor S.A.C.* El autor tuvo como objetivo identificar los tiempos improductivos y cuáles son las principales causas que lo originan. Para ello utilizó la data de reportes de los equipos de explotación, la cual fue recolectada en apuntes y formatos para luego ser procesada y presentada en tablas y gráficos. El autor concluyó mencionando que, los principales tiempos improductivos presentes en el proceso son influenciados por paradas operacionales y no por paradas de mantenimiento. Las conclusiones de este estudio ponen de relieve el valor de un informe de funcionamiento del equipo bien documentado. Éstos deben recopilarse y analizarse para poder llevar un control de los procedimientos. Además, si se detectan problemas, pueden diseccionarse para saber dónde están los fallos.

Por su parte, Apaza (2019), investigó: *Disminución de tiempos improductivos para incrementar la utilización de equipos de carguío y acarreo en la mejora continua de la productividad en el tajo Chiringa de la minera Shahuínga S.A.C.*

Tuvo como objetivo identificar los tiempos improductivos en las actividades de carguío y acarreo, con el propósito de generar un plan de acción que nos permita disminuir los tiempos improductivos, con el fin de cumplir los planes mensuales planeados. Arribó a los resultados donde pudo notar que el incremento de demoras se dio en el área de carguío por ser muy reducida y también al momento de cargar combustible.

El autor concluyó mencionando que, el 65.4% de horas de trabajo son demoras de carguío y 48.5% de horas son en carga de combustible. En esta tesis se mencionan dos fallos importantes en la carga y el transporte. La disposición ineficaz de la zona de carga y la falta de un periodo predeterminado para las operaciones de repostaje contribuyen a la pérdida de tiempo de trabajo.

En conclusión, las horas de trabajo por turnos se ven influidas por la forma en que se divide el tiempo cuando carece de carácter concatenador a lo largo de varios ámbitos o actividades.

1.2.3 A nivel local

A nivel local, Vargas (2020), menciona que “debido al enorme tamaño y al elevado coste de los equipos pesados, las empresas modernas de minería a cielo abierto se esfuerzan por conseguir la máxima eficacia en las operaciones de producción” (p. 56). Es decir, para recopilar, analizar y tomar decisiones basadas en datos de producción en tiempo real, estos equipos se basan en sistemas tecnológicos. Esta investigación se hizo importante porque en la zona de interés no existe ninguna investigación de este tipo.

En razón a ello, León (2020), investigó: *Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y aplicación de herramientas logísticas y de gestión de procesos para reducir los costos operacionales en el área de mantenimiento de la empresa servicios Santa Gabriela S.A.C.* Donde utilizó herramientas de ingeniería basado al mantenimiento autónomo. Obteniendo una recuperación del 70% de las pérdidas iniciales relacionados a los costos de operación, con este resultado manifiesta que se debe poner énfasis en la prevención de los equipos

Uno de los problemas actuales es que la mayoría de las empresas mineras en esta región funcionan de forma que reducen el mantenimiento a medidas reactivas, razón por la cual es necesario que haya un componente de Optimización de tiempos improductivos para la mejor utilización de equipos relacionados con esta labor. Actualmente, el mantenimiento en las industrias es la función responsable de planificar y ejecutar ciertas acciones el hecho de que tienen la función de conservar o restaurar una estructura o equipo eficiente a una condición particular, para que pueda cumplir con los objetivos propuestos.

Finalmente debido a la estructura de las empresas, se requiere un programa de planificación en constante evolución, que se actualice constantemente para adaptarse a las órdenes de trabajo entrantes, que pueden variar mucho en complejidad y alcance en función de los recursos disponibles.

1.3 Formulación del problema

Dado que la carga y el acarreo suponen el 60% del costo total de explotación de una mina, fue crucial optimizar la eficiencia de la maquinaria y los trabajadores dedicados a estos procesos únicos. Así pues, fue importante aprovechar al máximo todos los recursos disponibles; y para tener algo que decir sobre esta métrica, se hizo vital cuantificar el tiempo perdido a lo largo de los ciclos de carga y acarreo.

1.3.1 Problema general

¿De qué manera la Optimización de tiempos improductivos mejora la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera?

1.3.2 Problemas específicos

1. ¿De qué manera la Optimización de tiempos improductivos mejora el aprovechamiento de los equipos en las actividades productivas en la Empresa Minera?

2. ¿De qué manera la Optimización de tiempos improductivos mejora la producción en equipos del ciclo en la Empresa Minera?

1.4 Justificación e importancia de la investigación

La investigación fue importante, según Riquelme (2021), porque buscó, “a través de la aplicación de la teoría y de los conceptos básicos relacionados con el empleo de equipos, el rendimiento y la disponibilidad mecánica, encontrar explicaciones sobre las ocasiones improductivas que afectan a la productividad de la mina” (p. 67). Por otro lado, la justificación económica, que tiene como objetivo mejorar los procesos de carga y acarreo, con el fin de reducir los gastos al tiempo que ayuda a la empresa minera a tener más beneficios; y también a través de la justificación metodológica, que busca mejorar los procesos tanto de carga como de acarreo, con el fin de tener más beneficios para la empresa minera. Para determinar el origen de estos periodos de improductividad, se realizó un estudio de los datos mencionados con la ayuda de herramientas de control de calidad.

1.4.1 Justificación práctica

El estudio fue importante desde una perspectiva práctica, porque según Gaete (2019), también se “buscará a través de la justificación ambiental que el trabajo de investigación tiene como objetivo mantener el equilibrio de emisiones de gases emitidos por la maquinaria de carga y acarreo a la atmósfera con respecto a sus tipos de mantenimiento” (p. 47). Además de la justificación tecnológica que se pretendía implementar. Desde un punto de vista práctico, el estudio es importante porque permitirá verificar el impacto político y social con las comarcas que rodean a la empresa minera. Desde el punto de vista teórico, el estudio es importante porque permite verificar el impacto socioeconómico.

Esta investigación científica se justifica en el apartado de seguridad, tal como menciona Bazalar (2023), dado que “la seguridad para la reducción de los tiempos muertos con el fin de mejorar la eficacia de los trabajadores de carga y transporte en las empresas mineras simboliza

una de las mayores herramientas de gestión” (p. 67). Es decir, la seguridad no sólo añade valor al lugar de trabajo, sino que también mejora la calidad del trabajo en las organizaciones mineras, optimiza los recursos humanos, previene la contaminación ambiental y aumenta tanto la competitividad como la productividad.

1.4.2 Justificación personal

Obtener el grado de magíster con mención en Gestión Minera.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Comprobar que la Optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Establecer de qué manera la Optimización de tiempos improductivos mejora el aprovechamiento de los equipos en las actividades productivas en la Empresa Minera.
2. Establecer de qué manera la Optimización de tiempos improductivos mejora la producción en equipos del ciclo en la Empresa Minera.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

La Optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera.

1.6.2 Hipótesis específicas

1. La Optimización de tiempos improductivos influye positivamente en la mejora del aprovechamiento de los equipos en las actividades productivas en la Empresa Minera.

2. La Optimización de tiempos improductivos influye positivamente en la mejora de la producción en equipos del ciclo en la Empresa Minera.

1.7 Variables e indicadores

1.7.1 Variables

1.7.1.1 Variable dependiente

Y_1 : Productividad de equipos de carguío y acarreo.

1.7.1.2 Variables independientes

X_1 : Tiempos improductivos en carguío y acarreo.

1.7.2 Indicadores

Se están considerando dos indicadores para la variable independiente y un indicador para la variable dependiente, que se listan seguidamente.

1.7.2.1 Indicadores de X

Componentes principales,

X_1 : Tiempo esperado de camión

X_3 : Tiempo de cuadrado

X_4 : Tiempos de carguío

X_5 : Tiempo en cola

X_6 : Tiempo de acarreo lleno

X_7 : Tiempo de descarga

X_8 : Tiempo de demoras

X_9 : Tiempo de acarreo vacío

1.7.2.2 Indicadores de Y

Y_1 : Utilización

Y_1 : Disponibilidad

Y_2 : Mantenimiento

Y₃: Rendimiento

Y₄: Demoras en operaciones

Y₅: operacionales

Y₆: Productividad en palas

Y₇: Productividad de volquete

1.7.3 Operacionalización de variables

Tabla 1.1.: Operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDADES
TIEMPOS IMPRODUCTIVOS EN CARGUÍO Y ACARREO	Rodríguez (2014) define al tiempo improductivo, “ese tiempo donde no se realiza ningún trabajo y puede estar derivado de varios factores tanto internos como externos” (p.25).	La variable será evaluada a través de los siguientes aspectos. -Muestreo de tiempos operacionales, fijos y descripción de fallos de los procesos	Tiempos reales de carguío y acarreo	Tiempo Esperando Camión	De intervalo	min
				Tiempo de Cuadrado		
				Tiempos de Carguío		
				Tiempo en Cola		
				Tiempo de Acarreo lleno		
				Tiempo de Descarga		
				Tiempo de Demoras		
PRODUCTIVIDAD DE EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO	García (2017) dice “que la productividad es la medida que calcula cuantos bienes o servicios se han producido por cada factor utilizado” (p.28).	Esta variable será evaluada a través de los siguientes aspectos. -Índices de operación de los equipos. -Indicadores de productividad.	Aprovechamiento de los equipos en las actividades productivas	Utilización	De razón	%
				Disponibilidad		
				Mantenimiento		
				Rendimiento		
				Demoras operacionales		
			Producción en equipos del ciclo.	Productividad en palas	De Intervalo	Ton/h
				Productividad de volquetes		

Fuente. Elaboración propia.

1.8 Periodo de análisis

El periodo de análisis del trabajo se presenta en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2.: Periodo de análisis

N°	ACTIVIDADES	2023-2024					
		Marzo – Abril 2023		Mayo – Junio 2023		Agosto 2023 – marzo-2024	
01	Revisión bibliográfica.	X	X				
02	Elaboración de proyecto.	X	X				
03	Selección de la muestra.		X				
04	Elaboración del instrumento.		X				
05	Validación del instrumento.		X				
06	Coordinación con la muestra.		X				
07	Aplicación de los instrumentos.			X			
08	Procesamiento estadístico de los datos.				X	X	X
09	Análisis de resultados.						X
10	Elaboración del informe final.						X
11	Sustentación						X

Fuente. Elaboración propia.

CAPÍTULO II

EL MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL

2.1 Bases teóricas

2.1.1 Teoría del carguío

Consiste, para Bazalar (2023), en “la carga y el transporte de mineral y estériles desde el yacimiento fragmentado (tajo) hacia el PAD, la trituradora, las pilas de extracción y los vertederos de estériles son los dos componentes principales” (p. 123).

El procedimiento de carga requiere la creación de un conjunto de funciones que garanticen un funcionamiento regular y eficaz. En este punto del proceso de extracción, se toman decisiones sobre dónde irán los materiales extraídos en función de su clasificación y tonelaje, así como sobre los sectores de carga y la orientación (zonas de carga y posición del equipo de carga y nivel del suelo) que se utilizarán para transportarlos hasta allí.

Para ello se utiliza excavadoras hidráulicas que pueden cargar material en cualquiera de los carriles, según las circunstancias, para proporcionar equipos de carga de producción media para esta tarea. Del mismo modo, pretendemos sacar el máximo partido al equipo utilizándolo el mayor número de horas posible.

2.1.2 Ciclo de carguío y acarreo

Los retrasos fijos, tal y como los define Zapata (2017), “son aquellos retrasos que ofrecen un valor a la operación y a la tarea que estamos realizando” (p. 83). Los ejemplos más

destacados de demoras fijas son el entrenamiento de los sábados, los simulacros de seguridad, el descanso (nocturno) y las comidas (diurnas). De forma similar, se dice que puede haber retrasos dentro del ciclo operativo como resultado de límites operativos. Los tipos más típicos de restricciones operativas son el ángulo de giro, la altura o el nivel de corte, las pendientes, el factor de rodamiento, el mantenimiento de la vía, etc.

Según Fredy (2017), los retrasos causados por las condiciones del emplazamiento son retrasos inducidos por las características del terreno, que pueden clasificarse a su vez en subcategorías físicas y climáticas. La geología, la topografía, la cantidad de humedad en el suelo y la altura sobre el nivel del mar son ejemplos de factores físicos. La temperatura y el régimen de precipitaciones cambian a lo largo del año, y son ejemplos de factores climáticos. Por otra parte, según Yarlaque (218), pueden producirse retrasos como consecuencia de averías mecánicas durante el funcionamiento del equipo. La rotura de muelles, los pinchazos y el desgaste de los neumáticos, las fugas de aire causadas por la rotura de mangueras, la torsión del pistón o la rotura de muelles y la rotura de clavos de la excavadora son algunos de los tipos más frecuentes de averías de las excavadoras.

Según Apaza (2017), los tiempos de ciclo reales de carga y acarreo se definen como el total de todos los periodos que se producen entre el punto en el que las excavadoras comienzan a cargar el material en la tolva de los camiones y el punto en el que el material se transporta a su destino final (p. 45). Esto indica que el equipo de carga llena los camiones en función de la capacidad volumétrica de éstos, en relación con la tolva o la cuchara: El tiempo de espera es el tiempo que transcurre entre que se va a cargar el primer camión y que el equipo de carga marca la salida automática para que entre el segundo camión. Este tiempo comienza cuando se va a cargar el primer camión y termina cuando marca la salida automática.

2.1.3 Tiempo cuadrado

Según Zapata (2017), “el tiempo cuadrado es la cantidad de tiempo que ha transcurrido desde que la pala o el cargador han despachado el dúmper o el camión para iniciar la carga” (p. 84). Se sugiere que la cantidad ideal de tiempo para las palas debe ser inferior a 50 segundos, y la cantidad ideal de tiempo para los cargadores debe ser inferior a un minuto. Por otra parte, Escobar (2017) define el tiempo de carga como “la cantidad de tiempo que tarda la excavadora en llenar el camión. Esta cantidad de tiempo está formada por tres fases distintas: llenado de la cuchara, elevación de la cuchara hasta la tolva y vaciado en la tolva” (p.42).

2.1.4 Tiempo de acarreo

Según Gutiérrez (2017), “el tiempo de acarreo comienza cuando la pala hace contacto con el claxon. Esto significa que después de cargar el camión, éste parte una vez que se le da la señal para hacerlo y recorre una distancia determinada antes de llegar a su destino final” (p. 103). Se cree que la cantidad de tiempo necesario para llegar al lugar de descarga depende de la distancia recorrida y de la velocidad de desplazamiento. Según Quiroga (2016), “el tiempo de cola o espera es el periodo durante el cual los camiones están parados mientras esperan su turno para ser cargados en el frente de voladura” (p. 63). En este caso, el porcentaje se determina en relación con el tiempo total de funcionamiento del resto de la flota. Se considera que los camiones están en la línea si esperan en un radio de sesenta metros de la excavadora.

2.1.5 Tiempo de descarga

La ubicación del dúmper al llegar al final de la ruta y el lugar de descarga son los dos actos que componen el tiempo de descarga, tal y como recoge Escobar (2017), “consiste en la maniobra de posicionamiento y los preparativos para descargar” (p.32). Luego se encuentra el trabajo de Eduardo (2019), en el que explica que “el tiempo de retorno en vacío es la cantidad de tiempo que tarda un camión vacío en ir desde el lugar de descarga hasta el punto de carga para que el ciclo pueda comenzar de nuevo” (p. 38). La cantidad de tiempo necesaria para

completarlo es proporcional al ritmo de trabajo del operario. Según Preciado (2012), “todo el ciclo de carga y acarreo se descompone en periodos fijos y variables” (p. 84). El tiempo de giro, el tiempo de maniobra del dúmper, el tiempo de carga y el tiempo de vaciado se consideran parte de los tiempos fijos, mientras que el tiempo de acarreo completo y el tiempo de acarreo en vacío se consideran parte de los periodos variables.

2.1.6 Herramientas de control de calidad

Para mejorar nuestros indicadores de calidad, que K. Ishikawa desarrolló, se utilizan para medir, evaluar y proporcionar soluciones a los problemas que impiden el funcionamiento eficiente de las operaciones de una empresa. La investigación producida utilizó la Hoja de Verificación, Histogramas, Diagrama de Efectos y Causas, Forma Porcentual, Muestreo Estratigráfico, que Diagrama de Dispersión, y Gráfico de Control para el análisis y desarrollo.

2.1.7 Índices operacionales

Los índices operacionales son responsables de determinar la eficacia de un proceso, permitiendo identificar modificaciones a medida que pasa el tiempo para ver qué tan bien opera un sistema, dando aviso o alerta sobre la sola existencia de alguna falla o preocupación real que ocurra en el trabajo, y permitiéndonos dar una alternativa, una vez que ya se han averiguado las causas.

A efectos de Asarco (2018), se pueden clasificar de la siguiente manera: El término "índice de disponibilidad" se refiere a la cantidad de tiempo durante el cual las máquinas se encuentran en un estado mecánico que les permite funcionar; más concretamente, se refiere a la cantidad de tiempo durante el cual las máquinas no están funcionando mal y no están siendo sometidas a mantenimiento preventivo o correctivo. el índice de mantenimiento se refiere a la cantidad de tiempo que una máquina está fuera de servicio, ya sea por un problema inesperado o para que pueda ser sometida a mantenimiento programado.

El índice de utilización mide la eficacia con la que una máquina utiliza el tiempo de que dispone para llevar a cabo su cometido. El índice de retrasos operativos mide la cantidad de tiempo que el equipo no está realizando ninguna función como consecuencia de diversos factores, como retrasos en la ejecución del programa o por inferencia. Estos últimos factores son los que hay que reducir para lograr mayores niveles de utilización. También se menciona que el índice de rendimiento es una medida del uso real del equipo en comparación con el tiempo previsto para su utilización. El índice de rendimiento es la relación entre el tiempo de funcionamiento y el tiempo total previsto.

2.1.8 Productividad de equipos de carguío y acarreo

Según Calua (2018), “la productividad de los equipos de carga y transporte es la capacidad de realizar más tareas en menos tiempo y, al mismo tiempo, hacer uso de menos recursos” (p. 77). Para lograrlo, dependemos de cuatro parámetros importantes: los operadores, el equipo, las condiciones financieras y las condiciones del entorno de trabajo. Es posible determinar la productividad dividiendo los productos obtenidos por los elementos o insumos utilizados. Al supervisar la productividad, hay tres indicaciones principales que deben tenerse en cuenta: La rentabilidad efectiva (TM/h) es la producción que incluye las listas de espera que se consideran normales, pero no incluye el tiempo perdido en retrasos, y la productividad operativa (TM/h), esta productividad incluye todos los tiempos de espera y retrasos. La productividad instantánea (TM/h) es la producción máxima (u óptima), en la que no se tienen en cuenta los tiempos de espera y los retrasos.

La Productividad de la Excavadora es muy significativa ya que nos permite ganar tiempo dentro de un proceso, y para ello nos basamos en una serie de variables como la capacidad de la cuchara, el manejo, la granulometría del material, la altura de la pila de mineral, el factor de llenado, el estrujado y la habilidad del operador, entre otras.

Según Vergara (2018), “la Eficiencia de la Excavadora es muy importante porque nos ayuda a ganar tiempo dentro de un proceso” (p. 65). Por otro lado, según Fuentes (2018), “la productividad de las volquetas depende en gran medida de las distancias que recorre la volqueta, el tonelaje que transporta y las velocidades que puede desarrollar la máquina” (p. 18). A esto se suma el estado de las carreteras, las características de la carga y la habilidad del conductor, entre otros factores. Se cree que es difícil construir zonas rígidas mientras se maneja un dúmper, ya que son muchas las variables que intervienen.

Esto ayudará a mejorar nuestros indicadores de calidad y fue creado por K. Ishikawa, que también creó las otras herramientas de control de calidad que utilizamos. Las herramientas de control de calidad se utilizan para medir, analizar y proponer soluciones a los problemas que se ha determinado que interfieren en la ejecución eficaz de los procesos de una empresa. Hoja de Comprobación, Histograma, Diagrama de Causa y Efecto, Curva de Pareto, Muestreo Subsuperficial, Diagrama de Difusión y Gráfico de Control se utilizaron en el estudio elaborado con fines de desarrollo y análisis.

2.1.9 Minimización de tiempos

Según Gaete (2019), es “trasladar, contar, almacenar y recuperar son operaciones que consumen tiempo y dinero y que contribuyen a minimizar las horas no productivas. Reducir estos tiempos de espera en el procedimiento ahorrará dinero” (p. 59). Es decir, mejorar el rendimiento global del bien o servicio que se ofrece es vital, pero también lo es reducir cualquier tiempo de inactividad o volatilidad en la duración del proceso.

Asimismo, es reducir la cantidad de tiempo que pasa sin que se consiga nada de valor. También mencionan situaciones en las que esto es crucial, como cuando una actividad depende de la finalización de otra. Esperar a que se completen los pasos anteriores hace que el capital material o humano esté ocioso. Esto añadiría gastos y reduciría la eficacia de la producción.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Productividad de excavadoras

Para Vergara (2018), “depende de diversas variables (capacidad de la cuchara, situación del aparato, granulometría del mineral, anchura de la pila de mineral, componente de llenado, esponjamiento, competencia del operario) y nos ayuda a ganar tiempo dentro de un proceso” (p. 98).

2.2.2 Productividad en los volquetes

Según Fuentes (2019), es “la distancia que recorre un dúmper, la cantidad de peso que puede transportar, la velocidad a la que puede circular y otros factores como la calidad de la carretera, la composición de la carga y la experiencia del conductor” (p. 75). Son muchos los factores que deben tenerse en cuenta a la hora de utilizar un dúmper, por lo que resulta difícil definir unos límites claros.

2.2.3 Productividad instantánea (TM/h)

Como ostenta Fredy (2017), es “el rendimiento máximo (u óptimo), si no se tienen en cuenta los retrasos y las esperas” (p. 59).

2.2.4 Productividad efectiva (TM/h)

Como afirma Apaza (2017), es “un resultado que tiene en cuenta los periodos de espera regulares y excluye el tiempo perdido por retrasos” (p. 54).

2.2.5 Productividad operativa (TM/h)

Como señala Zapata (2017), “este resultado tiene en cuenta todos los tiempos de espera y retraso” (p. 64).

Tabla 2.1. *Productividad operativa (TM/h)*

NOMBRE	: Guía de observación: Productividad de equipos de carguío y acareo
AUTOR	: Díaz y Medina (2020)
OBJETIVO	: Evalúa la productividad de los equipos
VALIDADO	: Por juicio de expertos
ADAPTADO POR	: Bach. Ariste Quispe Otto
ADMINISTRADO	: Individual
AÑO	: 2023
DURACIÓN DEL CUESTIONARIO	: 30 a 45 minutos
DOMINIO QUE EVALUA	: 11 criterios
GRADO DE APLICACIÓN	: Equipos de Carguío y Acareo
CORRECCIÓN	: Computarizado

Fuente. Creación propia.

2.2.6 Tiempos improductivos

Hay un aumento de los tiempos como resultado de discrepancias o defectos que se incluyeron en el diseño; como resultado, es esencial aumentar la cantidad de tiempo necesario para llevar a cabo la tarea. Según Gabriel (2018), el término "tiempo no productivo" se refiere a los períodos de tiempo durante los cuales no se completa el trabajo efectivo. Estos periodos de tiempo podrían ser el resultado de una serie de circunstancias externas a los empleados o del propio crecimiento laboral de los trabajadores (p.32).

Tabla 2.2. Tiempos improductivos

NOMBRE	: Guía de observación: Tiempos improductivos en carguío y acarreo
AUTOR	: Díaz y Medina (2020)
OBJETIVO	: Evalúa los tiempos improductivos en carguío y acarreo
VALIDADO	: Por juicio de expertos
ADAPTADO POR	: Bach. Ariste Quispe Otto
ADMINISTRADO	: Individual
AÑO	: 2023
DURACIÓN DEL CUESTIONARIO	: 30 a 45 minutos
DOMINIO QUE EVALUA	: 11 criterios
GRADO DE APLICACIÓN	: Tiempos improductivos en carguío y acarreo
CORRECCIÓN	: Computarizado

Fuente. Creación propia.

2.2.7 Tiempos reales de carguío y acarreo

Debido a estas indicaciones variables, fue factible evaluar todos los periodos fijos y variables presentes en el ciclo, que es donde los equipos realizan las actividades programadas a lo largo de los distintos turnos.

2.2.8 Tiempo total

El tiempo completo, como lo define Apaza (2017), se refiere al tiempo completo que se ha planificado o asignado para nuestras actividades mineras; sin embargo, esto no siempre es

alcanzable ya que nuestro equipo tiene que ser mantenido (p.32). Para planificar, debemos tener en cuenta las 24 horas de cada día, así como los 365 días del año para cada equipo.

2.2.9 Tiempo de disponible

Danilo (2017) afirma que el tiempo disponible es aquel tiempo en el que el equipo o maquinaria está en condiciones de realizar un trabajo productivo (p.27). Asarco (2018), las horas en las que un elemento de maquinaria está realmente en uso y produciendo resultados útiles se denominan su "tiempo operativo". Este término también se refiere al período de tiempo durante el cual la maquinaria está realmente llevando a cabo el propósito para el que fue creada (p.26).

2.2.10 Tiempo operativo

Dayana (2017) afirma que el tiempo de mantenimiento corresponde al tiempo en que la máquina o equipo no está disponible y no está en condiciones de trabajar porque está siendo reparada o recibiendo mantenimiento planificado (p.41). Los servicios que son necesarios para que la máquina permanezca en un estado en el que pueda funcionar correctamente se denominan mantenimiento planificado.

2.2.11 Tiempo de demoras operacionales

Asimismo, el período de retrasos operativos se define como el tiempo durante el cual la máquina o equipo no está realizando ninguna función para la que fue planificada. Dos factores son responsables de este resultado: Los retrasos planificados, que son los periodos considerados para el cambio de turno, el cambio de operario, las pausas para el avituallamiento o el cambio de turno, el repostaje o las interferencias, corresponden a los que afectan a las operaciones.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Metodología

3.1.1 Tipo de investigación

El estudio que se ejecutó, debido a su finalidad fue de tipo aplicada, ya que se comprobó que la Optimización de tiempos improductivos mejoró positivamente la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera. Además, porque la investigación aplicada, como lo ostenta Sánchez y Reyes (2016), “se caracteriza por el interés en la aplicación de los conocimientos a determinada situación concreta de la realidad” (p. 55).

3.1.2 Nivel de la investigación

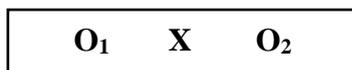
Fue de nivel experimental, ya que según Arias (2012), sostiene que este nivel es “un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)” (p.34).

3.1.3 Diseño de la investigación

En cuanto al diseño investigación científica, según Hernández et al. (2014), es “la forma en la que se estructura conceptualmente una esencia metodológica para conducir y guiar una

determinada investigación científica” (p. 76). Esta estructura, cumple con extraer información y obtener un conjunto de evidencias.

El diseño fue el pre experimental y el esquema será el siguiente:



Donde:

X : Variable independiente: Tiempos improductivos en carguío y acarreo.

O₁ : Medición preexperimental de la variable independiente: Productividad de equipos de carguío y acarreo.

O₂ : Medición post-experimental de la variable independiente: Productividad de equipos de carguío y acarreo.

3.1.4 Población

Fue definida por todos los equipos de carguío y acarreo (excavadoras hidráulicas y volquetes) de una empresa minera.

3.1.4.1 Muestra

Fueron los tiempos improductivos en el proceso de carguío y acarreo.

3.1.5 Técnicas e instrumentos para recolección de datos

3.1.5.1 Técnicas

Las fuentes para obtener los datos fueron:

A. Observación

Según Loreto (2018), “este método de observación es un componente importante que debe incluirse en todo proceso de investigación” (p. 83). Ya que permite la interacción directa, lo

que a su vez posibilita la recolección de datos del campo para su posterior análisis (p.48). La observación fue realizada sobre el terreno acerca del control y la sincronización de los equipos que componen la fosa, que ayudó a identificar el problema, contribuyó a la identificación de la cuestión.

B. Análisis documental

Para ello se recurrió a una serie de procedimientos con el fin de representar el material de una manera distinta a como se presentó en un principio. El informe hizo uso de diversos recursos, como estudios, publicaciones y otra información que está a disposición del público en general.

Se utilizaron investigaciones, publicaciones y otros materiales que estaban disponibles a través de Internet, así como datos adquiridos en la empresa minera, ya que sirvieron de guía para la creación de los objetivos que se trazaron. De acuerdo con Rodríguez (2015), “el análisis documental tiene como único propósito proporcionar material bibliográfico que ayude a determinar la naturaleza del tema en cuestión y construir una estructura conceptual a través del uso de citas directas y paráfrasis” (p.43).

3.1.5.2 Instrumentos

A. Guía de observación

Con el uso de esta guía de observación, se pudieron recopilar datos de campo sobre todas las horas no productivas que se produjeron a lo largo de las actividades de carga y acarreo. Se utilizó el programa Excel para realizar el procesamiento y el análisis necesarios de estos datos. Se trata de una herramienta que se basa en un conjunto de indicaciones, y según Pulido (2015), “estos indicadores pueden guiar la observación y poner de manifiesto rasgos esenciales” (p. 149).

B. Guía de análisis documental

Con este instrumento, los usuarios pudieron acudir y examinar la base de datos de universidades nacionales e internacionales, teorías, libros y otros recursos. pertinentes a las variables de la investigación, por lo que sirvió como complemento a los datos recabados en la guía de observación para efectos de la formulación de los objetivos que se han establecido. Según Pulido (2015), “es un conjunto de procedimientos que tienen por objeto representar un documento y la información incluida en él de una manera distinta a la forma inicial del documento” (p. 52).

3.2 Desarrollo del trabajo de tesis

3.2.1 Etapa preliminar

Primero se tuvo que hacer la planificación del informe de investigación, luego se solicitó la inscripción del proyecto de tesis a la universidad así también a la empresa minera, para que se tenga acceso a las labores de la mina y realizar distintas actividades de recojo de información.

3.2.2 Etapa de campo

Se hizo el traslado a la empresa minera para realizar el reconocimiento de las labores de carguío y acareo. Se empleó las técnicas de observación y análisis documental, que aplican para reconocer los puntos de congestión controlar los tiempos improductivos presentes en las operaciones de carguío y acarreo, todos estos datos fueron recopilados en los instrumentos.

3.2.3 Etapa de gabinete

Se trasladó toda la información a una base de datos para ser trabajados en softwares estadísticos Excel y SPSS v.27 para luego ser analizados mediante las herramientas de control de calidad.

3.3. Análisis de los resultados de la investigación y contrastación de hipótesis

3.3.1. Análisis de operaciones de carguío y acarreo

Con la finalidad de comprobar que la Optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera, se desarrolló un análisis de los tiempos fijos en función de las operaciones de carguío y también en las operaciones de acarreo. En ese sentido, se pudo observar que, los tiempos promedios de los equipos de carguío y acarreo se muestran en las siguientes Figura y tablas:

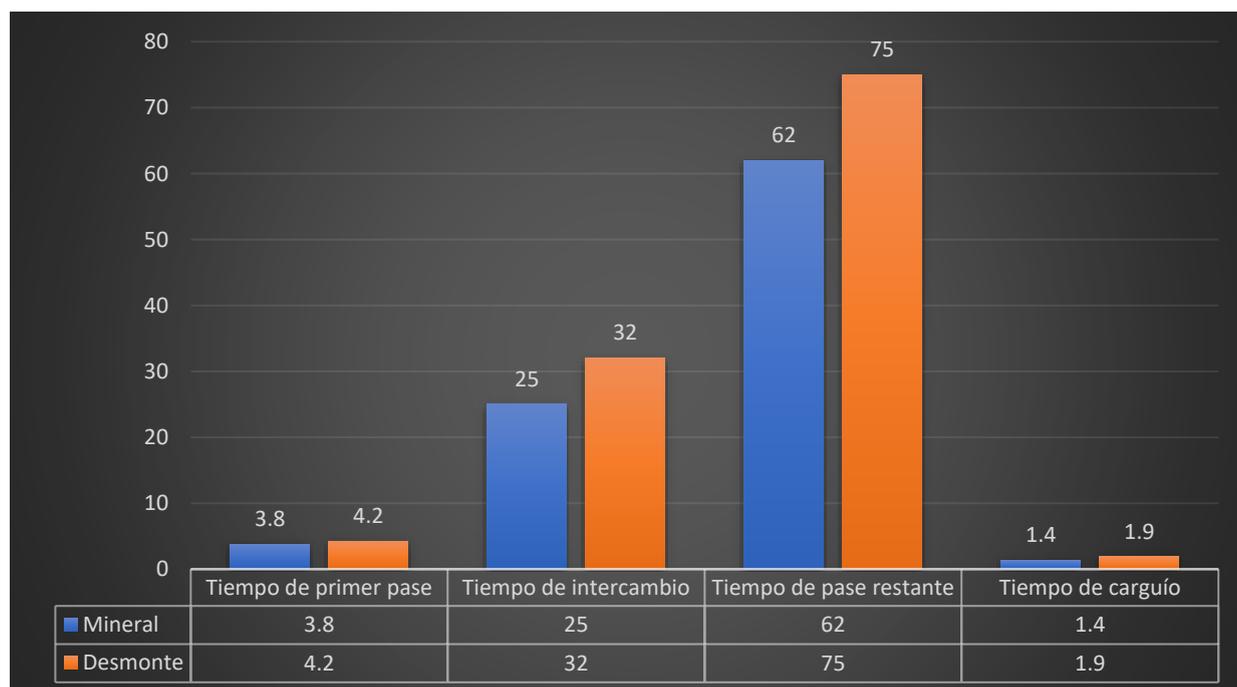


Figura 3.1. Tiempo promedio de excavadora 380 FL

Fuente. Elaboración propia.

Interpretación

Se puede observar que, los tiempos aproximados y en promedio de la excavadora 380 FL, fluctúan continuamente. Mientras que, se puede observar sobre los tiempos promedios dentro del carguío de minerales en el primer pase se encuentra en promedio de 3.8 segundos.

Por otro lado, el tiempo de pase restante es de 62 segundos, mientras que el tiempo de intercambio fijo es de 25 segundos y el tiempo de carguío es expresado en 1.4 segundos.

Los tiempos de carguío en el primer pase en desmontes se encuentran en promedio a 4.2 segundos, El tiempo de pase restante es de 75 segundos. Además, el tiempo de intercambio es de 32 segundos y el tiempo de carguío de 1.9 minutos. Todos estos tiempos se encuentran presentes en dicha operación, mostrando así el tiempo máximo de operación para cada uno de ellos.

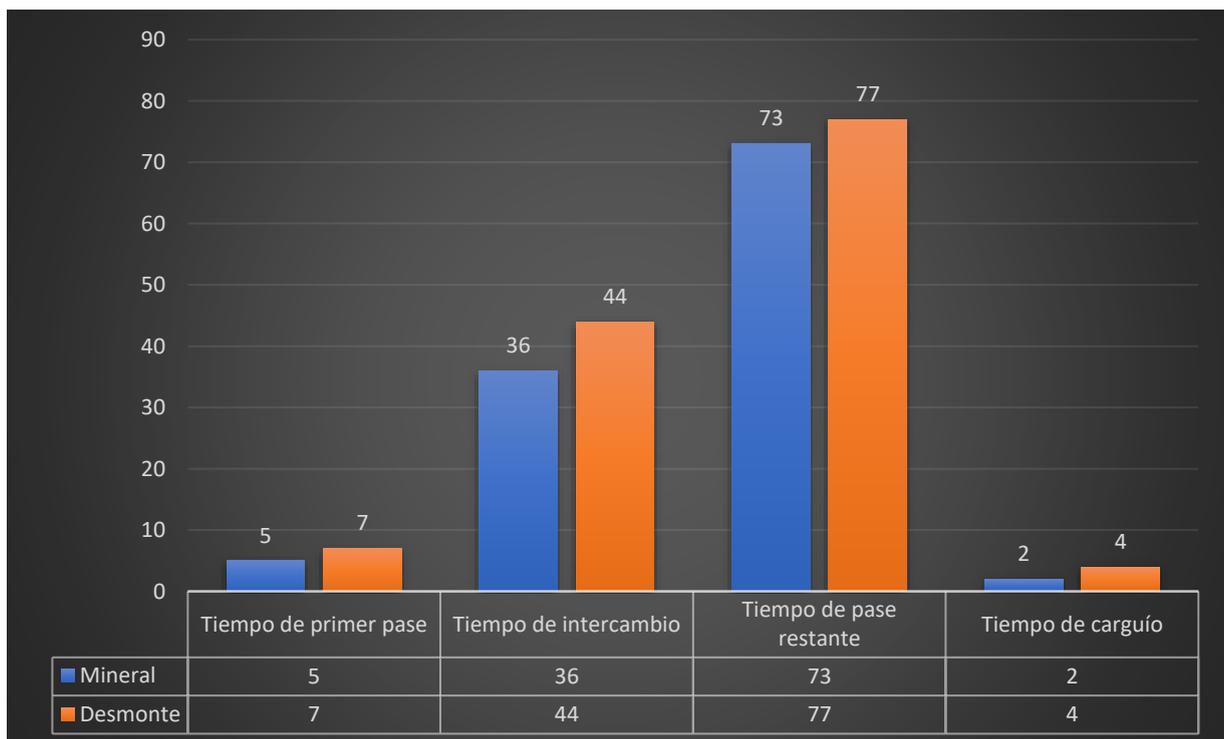


Figura 3.2. *Tiempo promedio de excavadora 385 C*

Fuente. Elaboración propia.

Interpretación

Se observa en la Figura 2, que los tiempos aproximados y en promedio de la excavadora 385 C, fluctúan o varían continuamente. Mientras que, se puede observar sobre los tiempos promedios dentro del carguío de minerales en el primer pase se encuentra en promedio de 5

segundos. Por otro lado, el tiempo de pase restante es de 73 segundos, mientras que el tiempo de intercambio fijo es de 36 segundos y el tiempo de carguío es expresado en 2 segundos.

Los tiempos de carguío en el primer pase en desmontes se encuentran en promedio a 7 segundos. El tiempo de pase restante es de 77 segundos. Además, el tiempo de intercambio es de 44 segundos y el tiempo de carguío de 4 minutos. Todos estos tiempos se encuentran presentes en dicha operación, mostrando así el tiempo máximo de operación para cada uno de ellos.

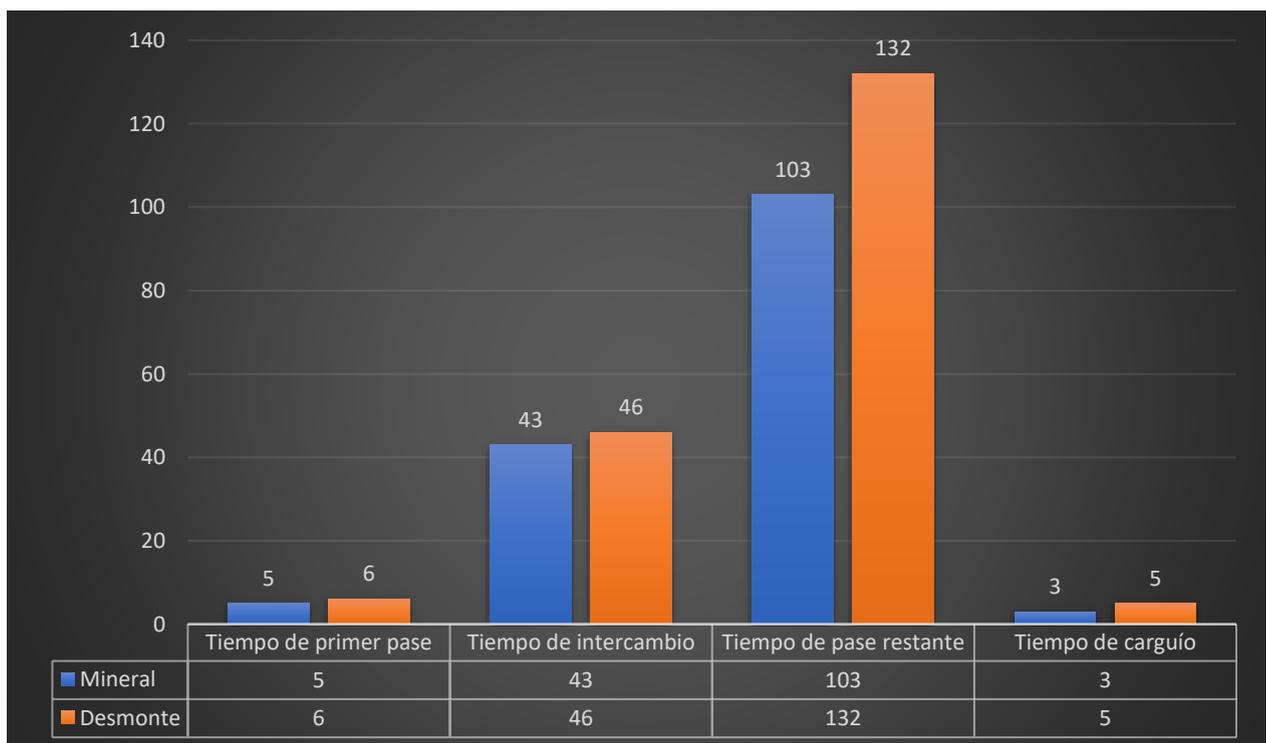


Figura 3.3. *Tiempo promedio de excavadora 338 DL*

Fuente. Elaboración propia.

Interpretación

Se observa en la Figura 3, que los tiempos aproximados y en promedio de la excavadora 338 DL, fluctúan continuamente. Se puede observar sobre los tiempos promedios dentro del carguío de minerales en el primer pase se encuentra en promedio de 5 segundos. Por otro lado,

el tiempo de pase restante es de 103 segundos, mientras que el tiempo de intercambio fijo es de 43 segundos y el tiempo de carguío es expresado en 3 segundos.

Los tiempos de carguío en el primer pase en desmontes se encuentran en promedio a 6 segundos. El tiempo de pase restante es de 132 segundos. Además, el tiempo de intercambio es de 46 segundos y el tiempo de carguío de 5 minutos. Todos estos tiempos se encuentran presentes en dicha operación, mostrando así el tiempo máximo de operación para cada uno de ellos.

Tabla 3.1. *Tiempo promedio mensual de equipos de acarreo: Volvo – día*

Equipo de acarreo	Tiempo cuadrado (h)	Tiempo espera (h)	Tiempo de acarreo lleno (h)	Tiempo de acarreo vacío (h)	Tiempo cuadro en descarga (h)	Tiempo de descarga (h)	Demoras (h)	Tiempo de ciclo (h)
352	0h.0'41''	0h.0'01''	0h.35'45''	0h.33'03''	0h.0'46''	0h.01'28''	0h.11'53''	1h.60'08''
280	0h.0'54	0h.1'01''	0h.47'05''	0h.39'50''	0h.0'40''	0h.01'34''	0h.09'46''	1h.49'47''
345	0h.0'48	0h.1'3''	0h.48'06''	0h.32'12''	0h.0'42''	0h.01'13''	0h.04'33''	1h.39'13''
354	0h.0'54''	0h.0'51''	0h.48'16''	0h.40'15''	0h.0'48''	0h.01'40''	0h.09'10''	1h.66'28''
258	0h.01'52''	0h.0'51''	0h.48'45''	0h.39'12''	0h.0'41''	0h.01'37''	0h.01'53''	1h.50'76''
278	0h.0'55''	0h.0'42''	0h.46'32''	0h.33'20''	0h.0'49''	0h.01'06''	0h.07'53''	1h.39'55''
230	0h.0'48''	0h.0'31''	0h.46'06''	0h.36'22''	0h.0'42''	0h.01'20''	0h.01'22''	1h.38'46''
235	0h.0'53''	0h.01'2''	0h.50'01''	0h.37'05''	0h.0'48''	0h.01'47''	0h.06'33''	1h.47'91''
276	0h.0'49''	0h.12'0''	0h.42'19''	0h.34'20''	0h.0'45''	0h.01'37''	0h.12'35''	1h.59'78''
272	0h.0'47''	0h.01'2''	0h.40'58''	0h.39'15''	0h.0'44''	0h.01'54''	0h.11'48''	1h.35'61''

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 3.2. *Tiempo promedio mensual de equipos de acarreo: Scania – día*

Equipo de acarreo	Tiempo cuadrado (h)	Tiempo espera (h)	Tiempo de acarreo lleno (h)	Tiempo de acarreo vacío (h)	Tiempo cuadro en descarga (h)	Tiempo de descarga (h)	Demoras (h)	Tiempo de ciclo (h)
339	0h.0'36''	0h.0'.03''	0h.48'45''	0h.35'3''	0h.0'36''	0h.1'17''	0h.0'12''	1h.39'53''
347	0h.0'46''	0h.1'.23''	0h.47'54''	0h.36'0''	0h.0'39''	0h.1'23''	0h.0'53''	1h.40'0''
260	0h.0'49''	0h.0'45''	0h.49'5''	0h.33'12''	0h.0'46''	0h.1'15''	0h.0'29''	1h.44'3''
334	0h.0'59''	0h.1'55''	0h.48'45''	0h.35'45''	0h.0'48''	0h.1'0''	0h.0'49''	1h.31'45''
326	0h.1'18''	0h.1'15''	0h.49'25''	0h.35'2''	0h.0'44''	0h.1'19''	0h.0'56''	1h.42'56''
285	0h.2'00''	0h.1'55''	0h.50'39''	0h.37'0''	0h.0'48''	0h.1'45''	0h.0'85''	1h.39'53''
278	0h.1'43''	0h.1'0''	1h.23'26''	0h.36'12''	0h.0'54''	0h.1'58''	0h.49'53''	1h.93'5''
259	0h.0'31''	0h.0'55''	0h.56'5''	0h.39'45''	0h.0'57''	0h.1'6''	0h.0'25''	1h.37'6''
292	0h.0'39''	0h.0'54''	0h.48'29''	0h.41'0''	0h.0'43''	0h.1'16''	0h.0'32''	1h.46'28''
330	0h.0'29''	0h.1'26''	0h.49'19''	0h.42'14''	0h.0'49''	0h.1'23''	0h.1'23''	1h.43'18''

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 3.3. *Tiempo promedio mensual de equipos de acarreo: Volvo – noche*

Equipo de acarreo	Tiempo cuadrado (h)	Tiempo espera (h)	Tiempo de acarreo lleno (h)	Tiempo de acarreo vacío (h)	Tiempo cuadro en descarga (h)	Tiempo de descarga (h)	Demoras (h)	Tiempo de ciclo (h)
352	0h.0'0''	0h.0'0''	0h.47'59''	0h.37'0''	0h.0'55''	0h.1'47''	0h.4'1''	1h.34'8''
280	0h.0'50''	0h.1'0''	0h.45'05''	0h.36'0''	0h.10'40''	0h.1'33''	0h.10'3''	1h.58'3''
345	0h.0'59''	0h.1'22''	0h.48'05''	0h.38'12''	0h.0'51''	0h.1'32''	0h.2'33''	1h.41'13''
354	0h.0'59''	0h.0'55''	0h.45'05''	0h.39'15''	0h.0'49''	0h.1'31''	0h.0'13''	1h.41'28''
258	0h.1'51''	0h.1'50''	0h.48'45''	0h.38'12''	0h.0'40''	0h.1'36''	0h.9'23''	1h.59'76''
278	0h.0'54''	0h.0'48''	0h.46'32''	0h.40'20''	0h.0'48''	0h.1'25''	0h.0'24''	1h.42'35''
230	0h.0'47''	0h.0'38''	0h.47'6''	0h.38'29''	0h.0'49''	0h.1'28''	0h.5'23''	1h.47'26''
235	0h.0'52''	0h.1'25''	0h.49'25''	0h.36'5''	0h.0'47''	0h.1'46''	0h.0'23''	1h.46'91''
276	0h.0'48''	0h.1'1''	0h.42'19''	0h.35'20''	0h.0'44''	0h.1'36''	0h.0'13''	1h.35'78''
272	0h.0'46''	0h.1'2''	0h.48'49''	h0.38'15''	0h.0'43''	0h.1'53''	0h.0'23''	1h.42'61''

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 3.4. *Tiempo promedio mensual de equipos de acarreo: Scania – noche*

Equipo de acarreo	Tiempo cuadrado (h)	Tiempo espera (h)	Tiempo de acarreo lleno (h)	Tiempo de acarreo vacío (h)	Tiempo cuadro en descarga (h)	Tiempo de descarga (h)	Demoras (h)	Tiempo de ciclo (h)
339	0h.0'46''	0h.0'0''	0h.45'45''	0h.35'3''	0h.0'46''	0h.1'0''	0h.0'21''	1h.29'53''
347	0h.0'46''	0h.1'23''	0h.37'54''	0h.30'0''	0h.0'32''	0h.'13''	0h.0'32''	1h.18'11''
260	0h.0'59''	0h.0'45''	0h.39'5''	0h.31'12''	0h.0'41''	0h.1'15''	0h.0'23''	1h.23'3''
334	0h.0'39''	0h.1'55''	0h.38'45''	0h.29'45''	0h.0'38''	0h.1'21''	0h.0'44''	1h.19'45''
326	0h.1'8''	0h.1'25''	0h.38'25	0h.30'2''	0h.0'44''	0h.1'16''	0h.0'25''	1h.20'56''
285	0h.2'0''	0h.1'25''	0h.40'39''	0h.32'0''	0h.0'38''	0h.1'25''	0h.1'26''	1h.25'53''
278	0h.2'43''	0h.1'0''	0h.39'26''	0h.30'12''	0h.0'34''	0h.1'28''	0h.0'27''	1h.12'5''
259	0h.0'31''	0h.0'55''	0h.36'5''	0h.29'45''	0h.0'37''	0h.1'6''	0h.0'48''	1h.13'6''
292	0h.0'39''	0h.0'54''	0h.38'29''	0h.31'0''	0h.0'43''	0h.1'16''	0h.0'39''	1h.25'28''
330	0h.0'29''	0h.1'26''	0h.39'19''	0h.32'14''	0h.0'39''	0h.1'23''	0h.0'21''	1h.23'18''

Fuente. Elaboración propia.

Dentro de los resultados de la investigación científica, también se observó el resumen mensual de los tiempos improductivos en los camiones dentro del turno día.

Tabla 3.5. *Resumen mensual de tiempos improductivos de camiones - día*

Equipo de acarreo	Demoras (h)	Demora máx. (h)	Demora min (h)	Demora promedio (h)
351	0h.11'52''			
282	0h.0'45''			
344	0h.0'32''			
351	0h.9'0''			
256	0h.1'54''			
277	0h.0'54''			
227	0h.1'21''			
237	0h.0'32''			
275	0h.12'34'			
273		0h.47'52''	0h.0'22''	0h.6'1''
338	0h.0'12''			
346	0h.0'53''			
256	0h.0'29''			
332	0h.7'3''			
324	0h.0'56''			
284	0h.0'85''			
277	0h.49'53''			
257	0h.0'25''			
290	0h.0'32''			
329	0h.1'23''			

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 3.6. *Resumen mensual de tiempos improductivos de camiones - noche*

Equipo de acarreo	Demoras (h)	Demora máx. (h)	Demora min (h)	Demora promedio (h)
336	0h.0'1''			
287	0h.10'30''			
354	0h.10'33''			
367	0h.0'13''			
287	0h.9'23''			
285	0h.0'24''			
237	0h.0'23''			
214	0h.0'23''			
285	0h.0'13''			
295	0h.0'23''			
333	0h.0'1''	0h.11'3''	0h.0'2''	0h.1'59''
323	0h.0'32''			
284	0h.0'23''			
346	0h.0'44''			
323	0h.0'25''			
284	0h.1'26''			
297	0h.0'27''			
267	0h.0'48''			
295	0h 0'39''			
320	0h.0'21''			

Fuente. Elaboración propia.

Interpretación

Se observa en la Tabla 4.4 y Tabla 4.5, que los tiempos improductivos distribuidos en el día y en la noche varían en sus extremos debido a factores operacionales. Dentro de la Tabla 4.5, se puede observar que los códigos de los equipos en el turno día y el tiempo de demora contribuyen al tiempo improductivo. Así, el tiempo de demora máxima es de 0h 47'52'' minutos y el tiempo promedio de demora es 0h 6'1'' minutos. Lo que indica que este tipo de manejo de tiempos están generados por revisiones de neumáticos, congestión de diversos equipos o también se debe a la presencia de colas o cuellos de botella en una determinada área en relación al arreglo de la excavadora o debido a los desperfectos mecánicos.

Por otro lado, dentro de la Tabla 4.6, se puede observar que el tiempo de demora máximo es de 0h 11' 3'' minutos. Además, el tiempo promedio registrado fue de 0h.1'59'' minutos. Mientras que, el tiempo mínimo fue de 0h.0'2'' minutos. Se observa que estos tiempos se diferencian debido a un sinnúmero de factores operacionales como la gestión dentro de la descarga. Además, se registraron retrasos dentro de la revisión eléctrica de los diversos equipos y sobre todo en el caso de los desperfectos mecánicos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Peso vacío y carga útil dentro de los volquetes

El siguiente gráfico muestra los resultados obtenidos a partir de los pesos de los camiones volquete. Estos resultados se obtuvieron a partir de una base de datos que se registró mediante informes durante un periodo de un mes. Las básculas se utilizan a diario para realizar el pesaje.

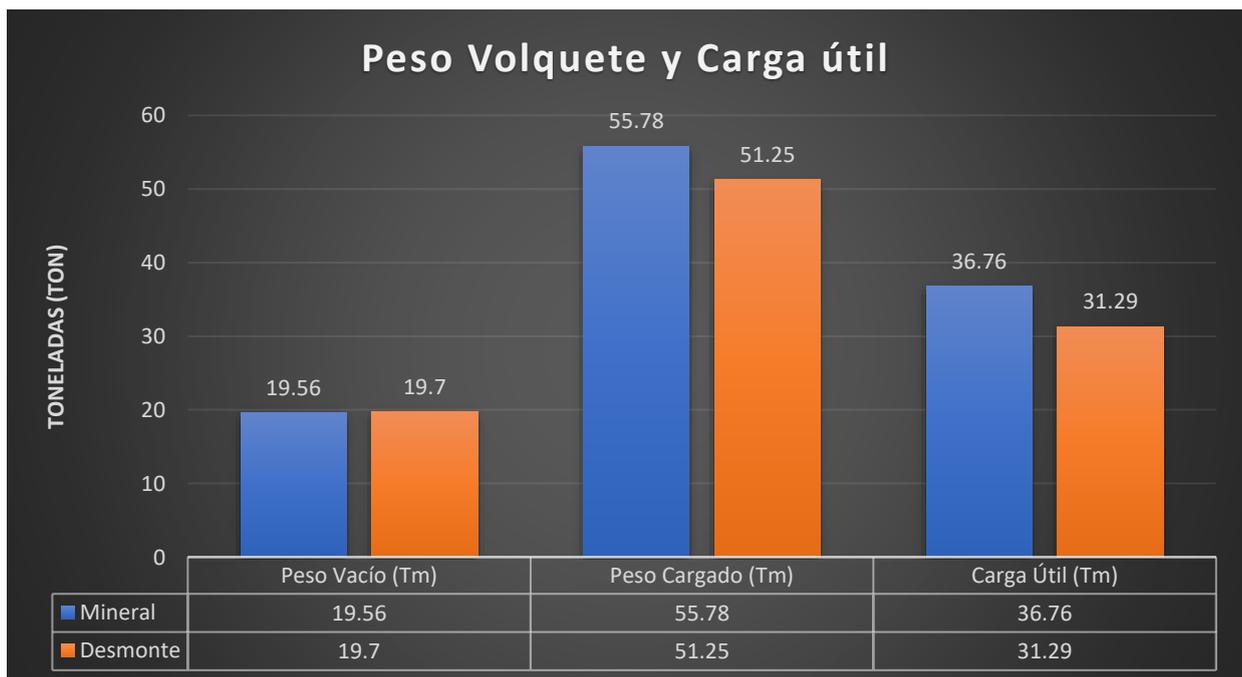


Figura 4.1. Tiempo promedio de excavadora 338 DL

Fuente. Elaboración propia.

Los pesos de los volquetes utilizados para el transporte de mineral son los siguientes: peso en vacío, peso cargado y carga útil. El peso en vacío del dúmper es de 19,56 toneladas, el

peso total de 55,78 toneladas y la carga útil de 36,76 toneladas. En el proceso de transporte de roca estéril, la carga útil y el peso en vacío de los camiones volquete fueron de 19,70 toneladas, 51,25 toneladas y 31,29 toneladas, respectivamente.

Los resultados de los pesos de los equipos de acarreo se relacionan con los tiempos de producción y productividad, lo que permite saber cuánto tiempo se emplea, así como la cantidad de tiempo que no es productivo, si es que existe. Para evitar que se generen tiempos improductivos causados por fallas mecánicas, pinchaduras de llantas y sobreesfuerzos de la maquinaria, que pueden dejar al equipo en mantenimiento por varios días o semanas, el área mecánica y de mantenimiento debe determinar el peso y capacidad óptimos del equipo de acarreo. Este es un factor importante a considerar para evitar que se generen esos tiempos.

4.2. Control de calidad para Optimización de tiempos improductivos

Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo un análisis de los resultados con el uso de herramientas de calidad. El objetivo era disminuir el tiempo dedicado a las actividades de carga y acarreo, como se muestra a continuación:

Tabla 4.1. *Tiempos de demora operativa en carguíos*

Toneladas no movidas	Demoras operativas	Horas (h)	Acumulado (%)
24353	Ausencia de camiones	25.22	36%
11242	Abastecimiento de combustible	15.11	17%
12451	Cambio del frente de trabajo	12.79	18%
5822	Inspección de los equipos de carguío	6.68	9%
4143	Mantenimiento de las vías	5.2	7%
3612	Mantenimiento de los taludes	3.32	6%
2455	Voladura	3.01	2%
1839	Selección y remoción del material	2.1	4%
920	Otros	1.22	1%
66837	TOTAL	74.65	100%

Fuente: Elaboración propia.

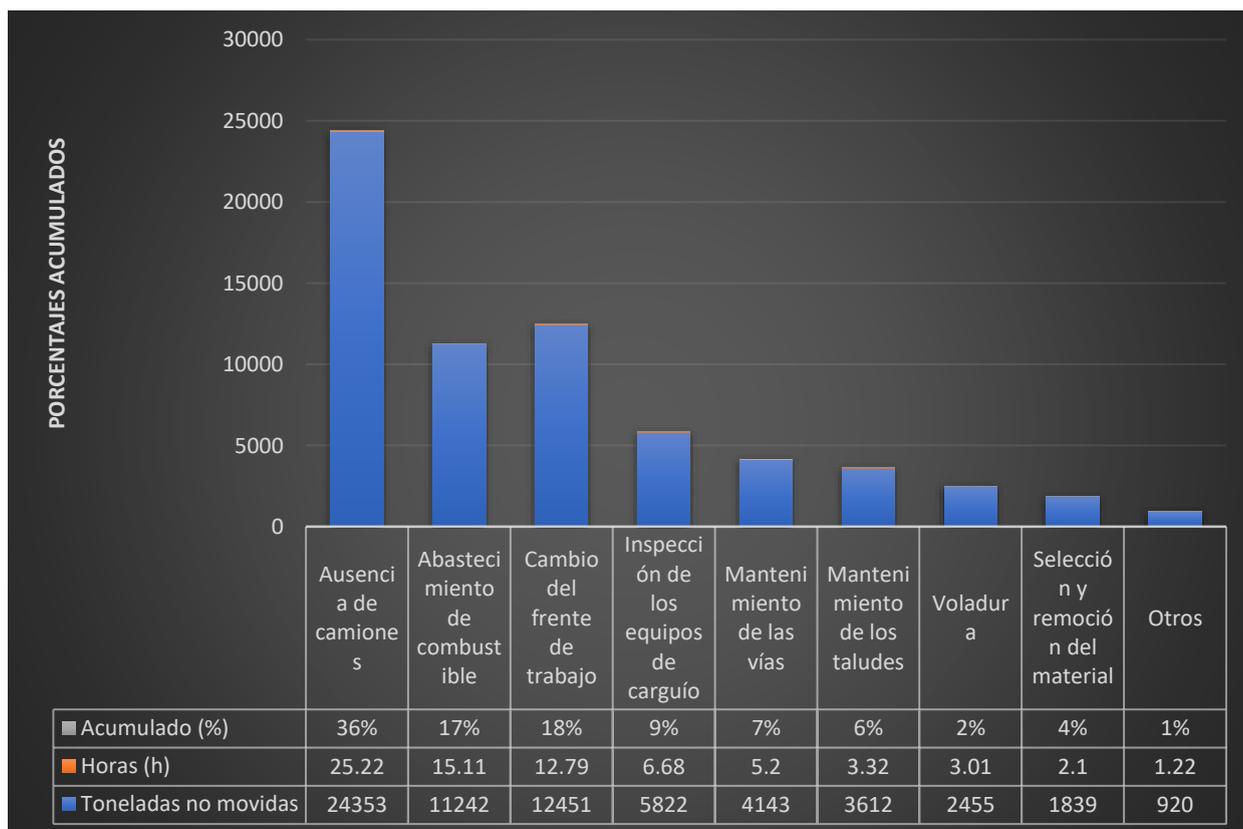


Figura 4.2. *Tiempos de demoras operativas en Carguío acumulado*

Fuente. Elaboración propia.

Interpretación

Los retrasos operativos medios en la carga se muestran en la Figura 4.5, que demuestra que la ausencia de excavadoras provoca importantes pérdidas de producción consistentes en 24353 toneladas que no se movieron en un lapso de 25 horas respectivamente. En el transcurso de 15,11 horas, el suministro de combustible sufre pérdidas de 11242 toneladas. En las últimas 13 horas no se han transportado 12451 toneladas debido a un cambio en el frente. Un examen del aparato de carga revela que en 6,68 horas no se han movido 5822 toneladas. En 5,2 horas, no se han movido 4046 toneladas debido al mantenimiento de la vía. En el lapso de 3,20 horas, no hay movimiento de 4143 toneladas por mantenimiento de pistas. No hay movimiento de 3612 toneladas por voladura en el lapso de 3,32 horas. No se mueven 2455 toneladas de material en el transcurso de la selección y retirada del material en 3,01 horas. Para colmo de

males, otros elementos diminutos provocan la pérdida de 920 toneladas de mineral que no se transportaron en un lapso de 1,22 horas.

En suma, durante las 74.65 horas que dura la carga, los periodos productivos dan lugar a pérdidas de 66837 toneladas que no se trasladan.

Tabla 4.2. *Tiempos de demora operativa en acarreos*

Toneladas no movidas	Demoras operativas	Horas (h)	Acumulado (%)
6334	Reducción del área de descarga	56.11	30%
6415	Inspección de equipos	51.16	27%
4363	Abastecimiento de combustible	39.24	19%
2920	Ausencia de equipos de carguío	21.41	14%
1455	Reducción del área de carguío	14.21	8%
701	Otros	5	2%
22188	TOTAL	187.13	100%

Fuente. Elaboración propia.

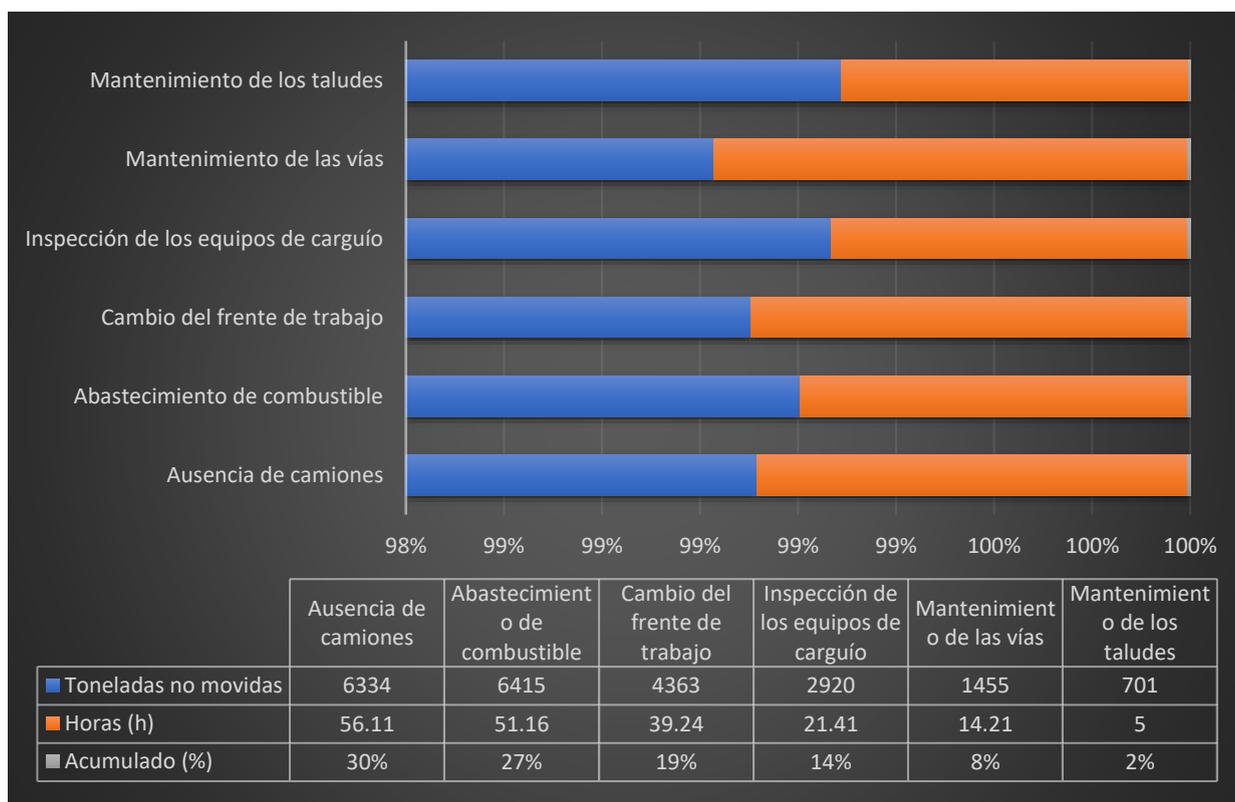


Figura 4.3. *Tiempos de demoras operativas en acarreo acumulado*

Fuente. Elaboración propia.

Interpretación

En la Figura 4.6 se muestra que el descenso de la zona de descarga da lugar a importantes pérdidas de producción, como se observa en los retrasos operativos medios que se producen durante el acarreo: Hubo un total de 6334 toneladas que no se transportaron en 56,11 horas. Hubo 6415 toneladas que no se movieron en 51,16 horas. En 39,24 horas no se movieron 4363 toneladas de combustible. La falta de equipos de carga provocó un desplazamiento de 2920 toneladas que tuvo lugar en 21,41 horas. En un lapso de 14,21 horas, la zona de carga se redujo en 1455 toneladas, pero no se reubicó. Además, hay variables adicionales de minutos que provocan pérdidas de 701 toneladas de mineral que no se transportan en un periodo de cinco horas.

En suma, en el transcurso de 187.13 horas, los periodos improductivos en el acarreo se acumularon hasta un total de 22188 toneladas que no se transportaron.

4.3. Disminución de tiempos improductivos

En caso de que las actividades de carga y transporte se retrasen, el número total de horas de funcionamiento del equipo aumentará a lo largo de un tiempo. Es posible cubrir la producción diaria o mensual sin aumentar la cantidad de equipos si el número de horas de uso efectivo permite un mayor rendimiento de los equipos a lo largo del tiempo, lo que puede cubrir la producción diaria o mensual.

Tabla 4.3. *Tiempos disponibilidad y utilización antes del estudio*

Equipos	Equipo	Demora mecánica	Demora no operativa (h)	Demora operativa (h)	Trabajo efectivo (h)	TOTAL	Disponibilidad (%)	Utilización
	380FL	27.4	82.3	17.5	612	739.2	93	79
	385C	30.3	92.2	21.5	532	676	92	85
	338DL	28.1	91	19.8	557	695.9	95	83
TOTAL		85.8	265.5	58.8	1701	2111.1	94	77

Fuente. Elaboración propia.

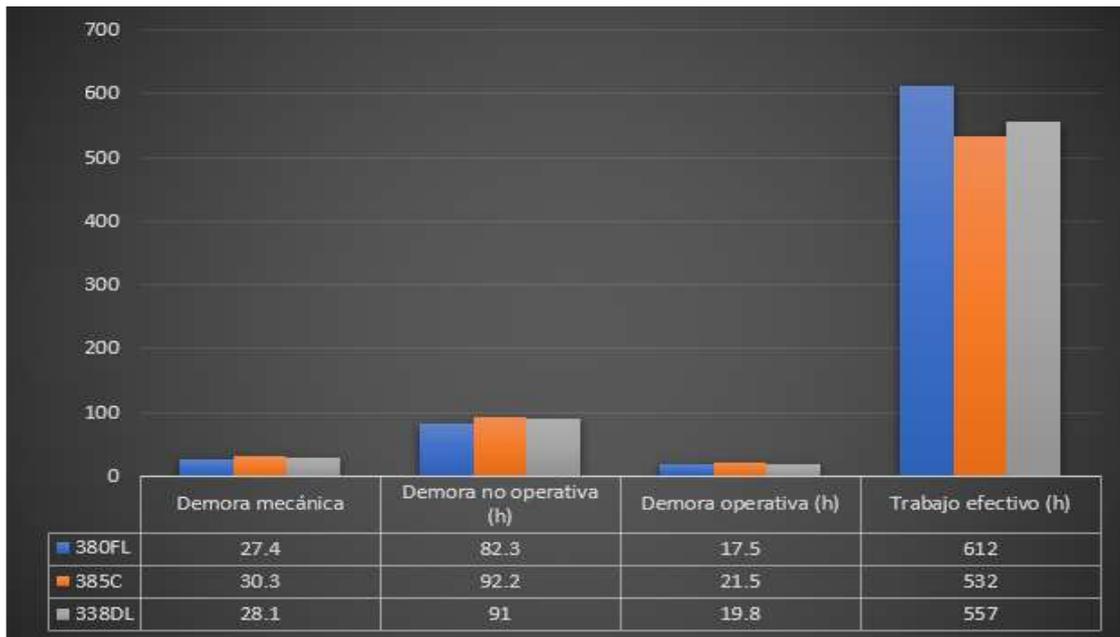


Figura 4.4. *Tiempos disponibilidad y utilización antes del estudio*

Fuente. Elaboración propia.

Interpretación

Utilizando el sistema Dispatch, que es un sistema que guarda los datos que introduce el operador, pudimos identificar los periodos precisos en los que los equipos de carga y transporte tenían o mostraban problemas para tener un desarrollo idóneo en su funcionamiento. Esto nos ayudó a minimizar el número de puntos muertos que se producían.

Para ello, tuvimos en cuenta una serie de criterios concretos, como las velocidades de los equipos Volvo y Scania en pendientes y curvas, tanto en condiciones de carga como de descarga. Se tuvieron en cuenta varios factores, como los periodos totales de viaje de los equipos de transporte, el peso de los equipos y su capacidad máxima. De la disponibilidad de los equipos se encarga la sección de mantenimiento.

Tabla 4.4. Optimización de tiempos, aumento de disponibilidad y utilización después del estudio

Equipos	Equipo	Demora mecánica	Demora no operativa (h)	Demora operativa (h)	Trabajo efectivo (h)	TOTAL	Disponibilidad ad (%)	Utilización
Excavadoras CAT	380FL	25.1	80.2	15.5	672	792.8	96	83
	385C	28.2	87.1	19.5	581	715.8	94	89
	338DL	24.2	86	17.2	562	689.4	98	86
	TOTAL	77.5	253.3	52.2	1815	2198	96	79

Fuente. Elaboración propia.

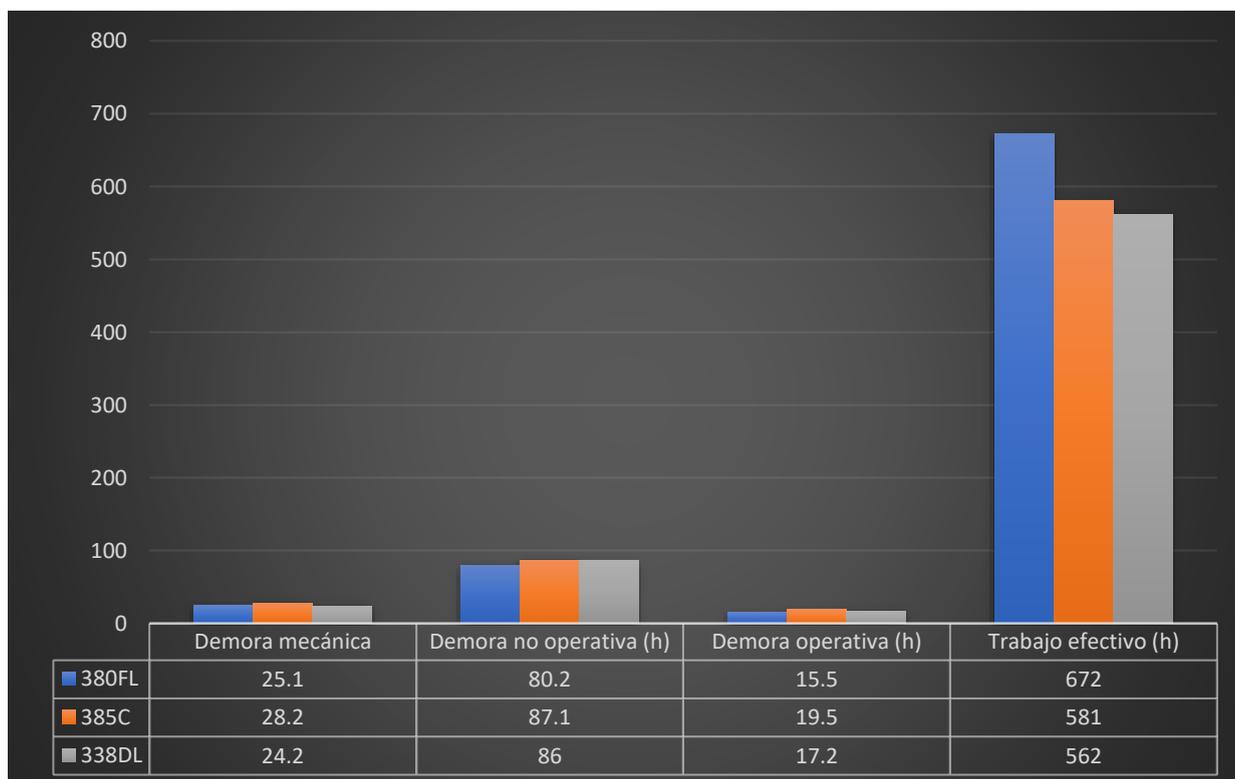


Figura 4.5. Optimización de tiempos, aumento de disponibilidad y utilización después del estudio

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 4.5. Optimización de tiempos improductivos en carguío y acarreo

Equipos	Código	Demora mecánica (h)	Demora mecánica óptima (h)	Demora no operativa (h)	Demora			Total, tiempo improductivo (h)	Total, tiempo improductivo reducido (h)	Porcentaje reducido (%)	Promedio del porcentaje reducido (%)
					Demora no operativa óptima (h)	Demora operativa (h)	Demora operativa óptima (h)				
Excavadoras CAT, equipos de carguío	380FL	27.4	82.3	17.5	27.4	82.3	10.2	126.2	116.7	7.53	12.34
	385C	30.3	92.2	21.5	30.3	92.2	15.4	139.1	122.1	12.22	
	338DL	28.1	91	19.8	28.1	91	13.4	137.1	120.9	11.82	
	VOLVO_346	73	70	98	75	7	5	178	150	15.73	
	VOLVO_256	78	73	98	76	5	6	181	155	14.36	
	VOLVO-332	95	75	94	78	4	2	193	155	19.69	
	VOLVO-324	98	55	95	74	6	4	199	133	33.17	
VOLVO-277	97	45	64	73	8	5	169	123	27.22		
Equipos de acarreo	SCANIA-351	81	38	65	69	2	6	148	113	23.65	11.62
	SCANIA-275	35	42	62	64	4	1	101	107	5.94	
	SCANIA-327	90	61	87	65	3	3	180	129	28.33	
	SCANIA-344	45	75	45	71	7	4	97	150	54.64	
	SCANIA-281	51	74	58	62	5	2	114	138	21.05	

Tabla 4.6. Optimización de tiempos improductivos en carguío y acarreo

Equipos	Código	Toneladas		Total (t)	Promedio (t)	Aumento de las toneladas movidas		Total (t)	Promedio (t)	Aumento de productividad (%)
		movidas (t)				(t)	(t)			
Excavadoras	380FL	203.17	204.89	408.06		210.7	213.86	424.56		
	CAT, 385C	204.49	204.95	409.44		215.95	210.09	426.04		
equipos de carguío					408.54				430.38	5.12
	338DL	203.79	204.33	408.12		210.48	215.24	425.72		
	VOLVO_346	201.92	200	401.92		212.72	214.29	427.01		
Equipos de acarreo	VOLVO_256	200.45	200	400.45		214.6	212.07	426.67		
	VOLVO-332	200.21	201.51	401.72	401.65	213.32	214.55	427.87	434.62	7.34
	VOLVO-324	201.44	200.91	402.35		212.11	213.21	425.32		
	VOLVO-277	200.58	201.91	402.49		213.35	213.86	427.21		

Fuente. Creación propia.

4.4. Resumen antes y después del estudio

Para comprobar que la Optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera, se sintetizó la productividad de carguío y acarreo antes y después del estudio, reflejado en la siguiente tabla y Figura:

Tabla 4.7. Resumen de antes y después de la productividad de carguío y acarreo

Tiempo	Demora mecánica	Demora no operativa (h)	Demora operativa (h)	Trabajo efectivo (h)
ANTES	85.8	265.5	58.8	1701
DESPUÉS	77.5	253.3	52.2	1815

Fuente. Elaboración propia.

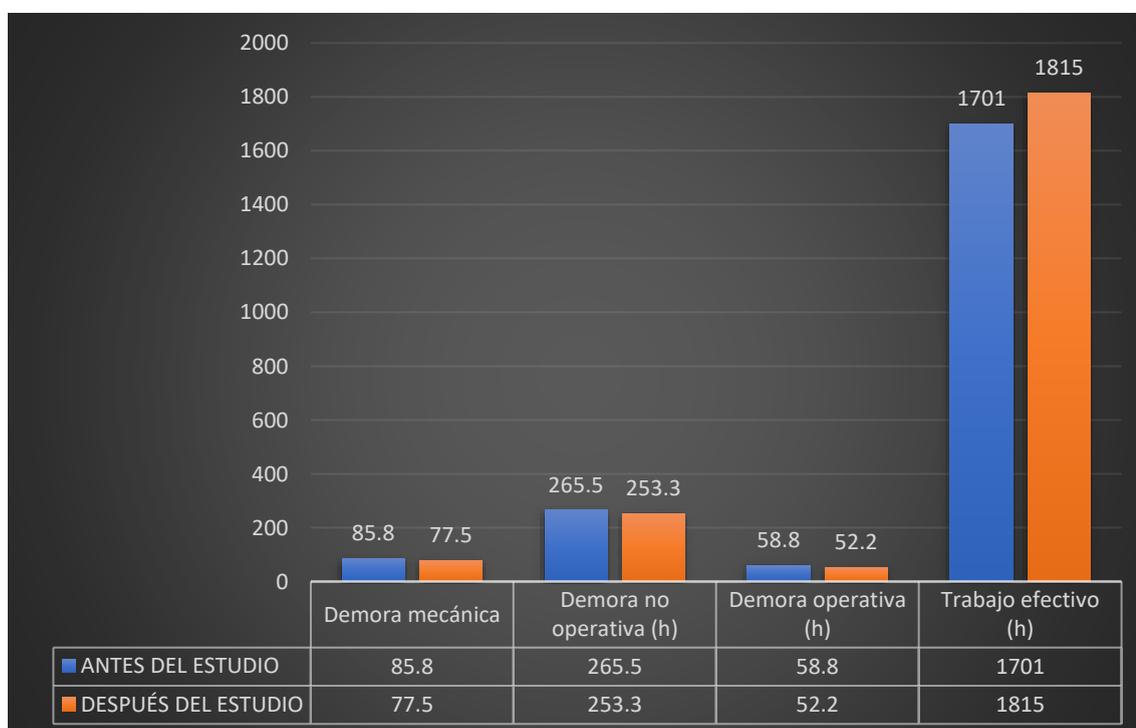


Figura 4.6. Resumen de antes y después de la productividad de carguío y acarreo.

Fuente. Creación propia.

Interpretación

Se puede observar en la Tabla 4.13 y en la Figura 4.5 que, la demora mecánica antes del estudio desarrollado fue de 85.8 horas mientras que después del estudio se redujo a 77.5 horas. Por otro lado, dentro de la Demora operativa, antes del estudio se reporta una demora de 265.5 horas, mientras que después del estudio el promedio de la demora operativa es de 253.3 horas, es decir, existe una reducción de la demora no operativa. Además, se puede observar sobre la Demora operativa antes del estudio fue de 58.8 horas, mientras que después del estudio es de 52.2 horas. Finalmente existe una diferencia sustancial en cuanto al trabajo efectivo antes y después del estudio. Antes del estudio las horas del trabajo efectivo era 1701 horas, mientras que después del estudio se reportó un aumento de trabajo efectivo representado por 1815 horas.

4.5. Contrastación de hipótesis

4.5.1. Hipótesis General

A. Hipótesis Nula

La Optimización de tiempos improductivos no mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera.

B. Hipótesis Alternativa

La Optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera.

C. Regla de decisión

Se rechaza H_0 si: $t = t_{1-\alpha} (gl)$

D. Elección de la prueba estadística

La prueba estadística seleccionada en función a la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, es la prueba t.

E. Estimación del p-valor

Si $p < 0,05$ entonces se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alternativa.

F. Prueba

Cálculo "t":

$$t = \frac{\pi * \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = 13.76$$

Cálculo "tc":

$$t_1 - \alpha^{(gl)}$$

$$t_1 = 1.30$$

G. Conclusión

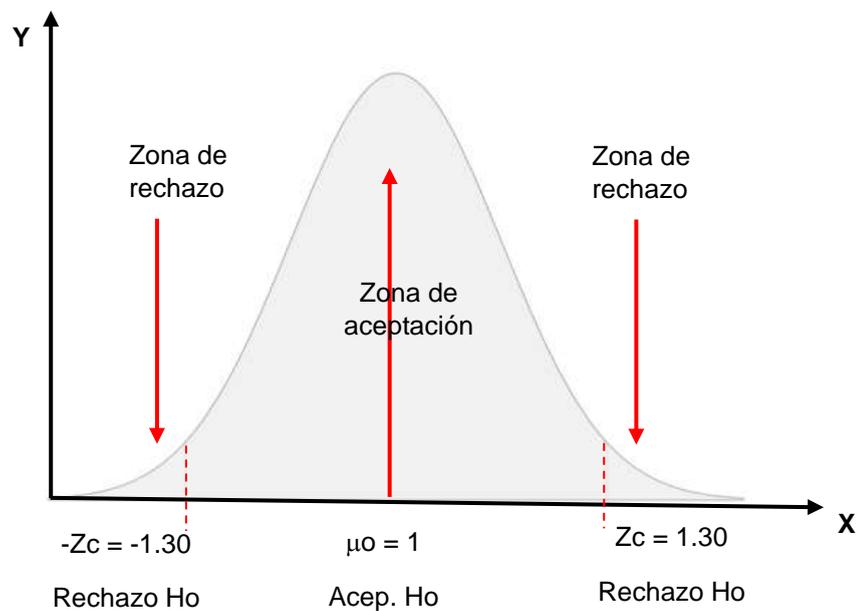


Figura 4.7. Curva de simetría de Gauss Hipótesis General

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que la prueba “t es igual a 1.30” y la Sig. (bilateral) es igual a 0,000, es decir es menor a 0,05. Por lo tanto, se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alterna. Concluyendo que, Optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera .

4.5.2. Hipótesis específica 1

A. Hipótesis Nula

La Optimización de tiempos improductivos no influye positivamente en la mejora del aprovechamiento de los equipos en las actividades productivas en la Empresa Minera.

B. Hipótesis Alterna

La Optimización de tiempos improductivos influye positivamente en la mejora del aprovechamiento de los equipos en las actividades productivas en la Empresa Minera.

C. Regla de decisión

Se rechaza H_0 si: $t = t_{1-\alpha} (gl)$

D. Elección de la prueba estadística

La prueba estadística seleccionada en función a la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, es la prueba t.

E. Estimación del p-valor

Si $p < 0,05$ entonces se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alterna.

F. Prueba

Cálculo “t”:

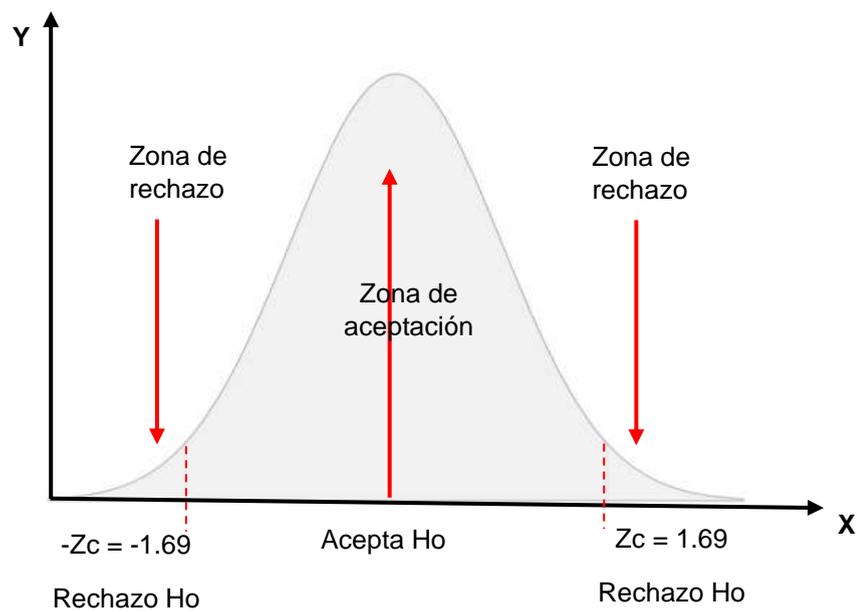
$$t = \frac{\pi * \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = 3.20$$

Cálculo “tc”:

$$t_1 - \alpha^{(gl)}$$

$$t_1 = 1.69$$

G. Conclusión**Figura 4.8.** Curva de simetría de Gauss Hipótesis Específica 1

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que la prueba “t es igual a 1.69” y la Sig. (bilateral) es igual a 0,000, es decir es menor a 0,05. Por lo tanto, se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alternativa. Concluyendo que, la Optimización de tiempos improductivos influye positivamente en la mejora del

aprovechamiento de los equipos en las actividades productivas en la Empresa Minera.

4.5.3. Hipótesis específica 2

A. Hipótesis Nula

La Optimización de tiempos improductivos no influye positivamente en la mejora de la producción en equipos del ciclo en la Empresa Minera.

B. Hipótesis Alternativa

La Optimización de tiempos improductivos influye positivamente en la mejora de la producción en equipos del ciclo en la Empresa Minera.

C. Regla de decisión

Se rechaza H_0 si: $t = t_{1-\alpha} (gl)$

D. Elección de la prueba estadística

La prueba estadística seleccionada en función a la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, es la prueba t.

E. Estimación del p-valor

Si $p < 0,05$ entonces se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alternativa.

F. Prueba

Cálculo "t":

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = 3.22$$

Cálculo "tc":

$$t_1 - \alpha^{(gl)}$$

$$t_1 = 1.74$$

G. Conclusión

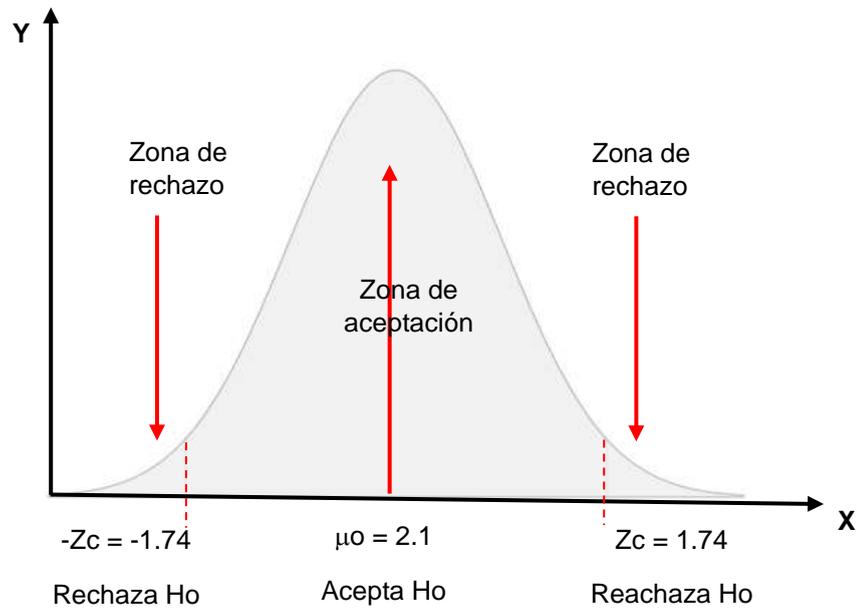


Figura 4.9. Curva de simetría de Gauss Hipótesis específica 2

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que la prueba “t es igual a 1.74” y la Sig. (bilateral) es igual a 0,000, es decir es menor a 0,05. Por lo tanto, se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alternativa. Concluyendo que, la Optimización de tiempos improductivos influye positivamente en la mejora de la producción en equipos del ciclo en la Empresa Minera.

CONCLUSIONES

1. La Optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera, según la prueba $t = a$ 1.30, con una Sig. (bilateral) de 0,000 menor a 0,05.
2. La Optimización de tiempos improductivos influye positivamente en la mejora del aprovechamiento de los equipos en las actividades productivas en la Empresa Minera, según la prueba $t = a$ 1.69, con una Sig. (bilateral) de 0,000 menor a 0,05.
3. La Optimización de tiempos improductivos influye positivamente en la mejora de la producción en equipos del ciclo en la Empresa Minera, según la prueba $t = a$ 1.74, con una Sig. (bilateral) de 0,000 menor a 0,05.
4. Se determinó que el aumento de la productividad de los equipos de carga y transporte era consecuencia directa de la disminución del tiempo no productivo. La cantidad de tiempo invertido en el equipo de carga que no era rentable se redujo en un 12,34%. El tiempo no productivo del equipo de transporte disminuyó un 11,62%. La productividad del equipo de carga creció un 5,12%, alcanzando una media de 430,38 toneladas, como resultado de la disminución del tiempo improductivo. Por otro lado, la producción de los equipos de arrastre aumentó un 7,34%, alcanzando una media de 434,62 toneladas.
5. La mejora en la disponibilidad y utilización de los equipos como se muestra

Equipos	Equipo	Demora mecánica	Demora no operativa (h)	Demora operativa (h)	Trabajo efectivo (h)	TOTAL	Disponibilidad (%)	Utilización
Excavadoras CAT	380FL	25.1	80.2	15.5	672	792.8	96	83
	385C	28.2	87.1	19.5	581	715.8	94	89
	338DL	24.2	86	17.2	562	689.4	98	86
TOTAL		77.5	253.3	52.2	1815	2198	96	79

6. Se mejoró el área de operaciones y mantenimiento de los equipos sobre el despacho, según el análisis de los hallazgos a través de las herramientas de calidad para la Optimización de tiempos improductivos en cuanto a su eficiencia y disponibilidad. Esto se hizo con el fin de aumentar la eficiencia y la disponibilidad de las herramientas. Otros factores que se tuvieron en cuenta para reducir los tiempos improductivos fueron los siguientes: la capacidad de los equipos, el tiempo necesario para cargarlos y transportarlos, las distancias entre vías, el número de toneladas que había que transportar, las condiciones meteorológicas, los intervalos, la eficiencia, la eficacia y los tipos de mantenimiento de los equipos. Las mejoras se realizaron de este modo tras tener en cuenta los momentos en los que no hubo actividad. Durante el transcurso de 74,65 horas, se descubrió que los casos de períodos de carga desaprovechados provocan pérdidas de 6.6837 toneladas que no se transportan. En el proceso de acarreo se producen 22.188 toneladas que no se transportan en 187,13 horas.

7. Al determinar los pesos de los volquetes vacío, cargado y carga útil, tanto para en el transporte de mineral y desmante: Para mineral el peso vacío fue de 19,56 toneladas, peso cargado es 55,78 toneladas y la carga útil es de 36,76 toneladas, y para el desmante los pesos son peso vacío 19,70 toneladas, peso cargado 51,25 toneladas y carga útil es de 31,29 toneladas, respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Se aconseja realizar un seguimiento continuo de los periodos improductivos en las actividades de carga y acarreo para identificar los elementos que los provocan. Esto permitirá evitar pérdidas económicas y una reducción de la productividad.
2. Como consecuencia de la evolución o los cambios en el frente de producción, se recomienda realizar periódicamente una investigación sobre el factor de acoplamiento de los equipos de carga y acarreo.
3. Teniendo en cuenta que ello puede dar lugar a un aumento de los periodos improductivos o improductivos, hasta el punto de que puede afectar a la eficacia y disponibilidad de los equipos, se recomienda tener en cuenta las pendientes, las curvas y el peso suficiente que un equipo de arrastre puede soportar sobre las vías.
4. Para tener un mejor control y notar a tiempo la existencia de momentos improductivos en las operaciones, se aconseja monitorear continuamente los equipos de carga y acarreo a través del sistema de Despacho. Esto permitirá un mejor control.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcarraz-Rojas, P., Legoas-Farias, F., Arauzo Gallardo, L., & Raymundo-Ibañez, C. (2021). *Modelo De Mantenimiento Predictivo Basado En El Análisis Del Dispatch Para El Incremento De La Utilizacion Efectiva*. <https://doi.org/10.18687/laccei2021.1.1.584>
- Apaza Risco. Danilo, 2017. Disminucion de Tiempos Inproductivos para incrementar la Utilizacion de Equipos de Carguio y Acarreo en la mejora continua de la Produccion en el Tajo Clarina de la Mina Shaguindo.S.A.C (TESIS). Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2017: <https://es.scribd.com/document/653303915/Apaza-Risco-Elmer-Danilo>
- Asarco. 2018. Indices e Indicadores Operacionales. Revista. Perú : Normas Asarco, 2018. Vol. III: <https://es.scribd.com/doc/148442638/Norma-Asarco>
- Barranco, J. (2017). *Optimización de los ciclos de cargue, transporte y descargue de caliza y mezclas (limolitas, chert, margas) en la planta de cementos argos, Tolviejo-Sucre*. Edu.Co. Retrieved February 12, 2024, Ubicado en: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/2225/TGT-756.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bazalar, J. (2023). *Propuesta de un modelo de simulación de líneas de espera para optimizar el tiempo y el número de camiones de transporte de material y palas de la mina de Fosfato Bayovar a la planta concentradora*. (Tesis pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego). Repositorio institucional. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/10365>
- Calua Infante. Fredy, 2017. *Propuesta de Minimizacion de Tiempos Improductivos para una Mayor Produccion de Carguio y Acarreo en Minera Coimalache S.A. Universidad Nacional de Cajamarca, CAJAMARCA* 2017: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3114>

- Cueva, V. (2022). *Control de tiempos improductivos mediante el modelo de regresión lineal para mejorar la productividad en el proceso de acarreo en la empresa OPEMIP S.A.C. – U.M. San Rafael.* (Universidad Tecnológica del Perú). Repositorio institucional. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5733>
- Concepción, D. (2019). Metodología de la investigación: Origen y construcción de una tesis doctoral. *Revista Científica de La UCSA.* <https://revista.ucsa-ct.edu.py/ojs/index.php/ucsa/article/view/8>
- Chavez, C., & Pedro, V. (2022). *Control de tiempos improductivos mediante el modelo de regresión lineal para mejorar la productividad en el proceso de acarreo en la empresa OPEMIP S.A.C. – U.M. San Rafael* [Universidad Tecnológica del Perú]. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5733>
- Chávez, S., & Samir, P. (2022). *Incremento de la productividad en carguío y acarreo mediante la disminución de tiempos improductivos en la construcción del pad de lixiviación Ciénaga norte en cia. Minera Coimolache S.A* [Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4705>
- Díaz Rojas Segundo, S., & Medina Estela, A. N. (2020). *Optimización de tiempos improductivos para mejorar la productividad de los procesos de Carguío y Acarreo tajo Pampa Verde, minera la Zanja* [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73912>
- Escobar Barrera. Dayana, 2017. Estudio de Tiempos y Movimiento de Procesos de Acarreo en una mina y Procesos para Mejorar su Eficiencia (TESIS). Mexico : Ciudad Universitaria,CD. MX, 2017: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/13718/Dayra%20Escobar%20Barrera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gaete Vielma, C. (2019). "Interfaz computacional para gestión de KPI de operadores de carguío y transporte de Minera Centinela". Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/174418>

Hernández, A., Ramos, M., & Placencia, B. (2018). *Metodología de la investigación científica* (S. L. Editorial Área de Innovación y Desarrollo, Ed.).

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *¿Metodología de la investigación* (McGraw- Hill Interamericana, Ed.)
https://books.google.com/books/about/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n.html?hl=es&id=GH1dwAEACAAJ

Labraña Vergara, Ricardo Andres. 2018. Analisis de Alternativas para Aumentar la Capacidad de Carguío y Transporte en Division Monte Verde. Universidad de Chile, Santiago de Chile : 2018:<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114393/Ana%cc%81lisis-de-alternativas-para-aumentar-la-capacidad-de-cargui%cc%81o-y-transporte-en-Divisio%cc%81nMantoverde.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

León, U. (2020). *Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento y aplicación de herramientas logísticas y de gestión de procesos para reducir los costos operacionales en el área de mantenimiento de la empresa servicios Santa Gabriela S.A.C.* [Tesis de grado, Universidad de Lima].

Mayorga, O., & Antonio, G. (2021). *Simulación del sistema de carguío y transporte de la Mina Rajo Sur, División El Teniente.* <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/182997>

Molina, S. (2021). *Modelo de optimización de un sistema pala-camión en una mina de carbón a cielo abierto.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79649/49790178.2021.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

- Ojeda Mayorga, G. (2021). Simulación del sistema de carguío y transporte de la Mina Rajo Sur, División El Teniente. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/182997>
- Ramírez, J. (2019b). Metodología de la Investigación. *Revista Manuela Ramírez*, 38(1), <https://demo.publicknowledgeproject.org/pkpschool/ojs3/index.php/ramirez/article/view/548>
- Rosales, V., & Fermín, J. (2019). *Incremento de la productividad en el tonelaje movido mediante la aplicación de la mejora de métodos en la Unidad Minera Cobriza - Doe Run Perú Liquidación, Huancavelica* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11297>
- Riquelme, G. (2021). *Propuesta de plan de optimización de producción de carguío y transporte para la gran minería a cielo abierto*. (Tesis pregrado, Universidad Andrés Bello). Repositorio institucional. <https://repositorio.unab.cl/items/ceab752e-7b8d-47b6-bb45-131ee8f12dff>
- Salazar, P. (2022). *Incremento de la productividad en carguío y acarreo mediante la disminución de tiempos improductivos en la construcción del pad de lixiviación Ciénaga norte en cia. Minera Coimolache S.A.* (Tesis posgrado, Universidad Nacional de Cajamarca). Repositorio Institucional. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4705>
- Teodoro, N., & Nieto, E. (2018). *Tipos de investigación*. <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>
- Vargas, M. A. (2020). Evaluación de costos para el proceso de carguío y acarreo en minería superficial – Cajamarca – 2019 (Trabajo de investigación). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/24435>

- Vega, J. (2019). *Incremento de la productividad en el tonelaje movido mediante la aplicación de la mejora de métodos en una empresa minera*. (Tesis pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Recuperado en. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11297>
- Vielma, G., & Andrés, C. (2019). *Interfaz computacional para gestión de KPI de operadores de carguío y transporte de Minera Centinela*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/174418>
- Yarlaque Carlos. 2020. *Identificación de Tiempos Improductivos en Explotacion de Ulexita- Unidad de Operaciones Salinas S.A.C. Universidad Nacional San Agustin de Arequipa, Arequipa 2020*:<https://repositorio.unsa.edu.pe/items/594b2f03-e61e-446f-8975-5df27c0204a6>

ANEXOS

ANEXO I
Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO METODOLÓGICO
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué manera la Optimización de tiempos improductivos mejora la productividad de carguío y acarreo en la empresa Minera?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>1) ¿De qué manera la Optimización de tiempos improductivos mejora el aprovechamiento de los equipos en las actividades productivas en la empresa Minera?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Comprobar que la Optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la empresa Minera</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>1) Establecer de qué manera la Optimización de tiempos improductivos mejora el aprovechamiento de los equipos en las actividades productivas en la empresa Minera.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La Optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la empresa Minera.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>1) La Optimización de tiempos improductivos influye positivamente en la mejora del aprovechamiento de los equipos en las actividades productivas en la empresa Minera.</p>	<p>Variables independientes:</p> <p>X₁: Tiempos improductivos en carguío y acarreo.</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Y: Productividad de equipos de carguío y acarreo.</p>	<p>Indicadores de X:</p> <p>X₁: Tiempo esperado de camión X₃: Tiempo de Cuadrado X₄: Tiempos de Carguío X₅: Tiempo en Cola X₆: Tiempo de Acarreo lleno X₇: Tiempo de Descarga X₈: Tiempo de Demoras X₉: Tiempo de Acarreo Vacío</p> <p>Indicadores de Y:</p> <p>Y₁: Utilización Y₁: Disponibilidad Y₂: Mantenimiento Y₃: Rendimiento Y₄: Demoras en operaciones Y₅: operacionales</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Aplicada</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>Experimental</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>Pre – experimental</p> <p>Población:</p> <p>Fue definida por todos los equipos de carguío y acarreo (excavadoras hidráulicas y volquetes) de una empresa minera.</p> <p>Muestra:</p> <p>Fueron los tiempos improductivos en el proceso de carguío y acarreo.</p>

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO METODOLÓGICO
2) ¿De qué manera la Optimización de tiempos improductivos mejora la producción en equipos del ciclo en la empresa Minera?	2) Establecer de qué manera la Optimización de tiempos improductivos mejora la producción en equipos del ciclo en la empresa Minera.	2) La Optimización de tiempos improductivos influye positivamente en la mejora de la producción en equipos del ciclo en la empresa Minera.		Y₆: Productividad en palas Y₇: Productividad de volquetes	

Operacionalización de las Variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDADES
TIEMPOS IMPRODUCTIVOS EN CARGUÍO Y ACARREO	Rodríguez (2014) define al tiempo improductivo, “ese tiempo donde no se realiza ningún trabajo y puede estar derivado de varios factores tanto internos como externos” (p.25).	La variable será evaluada a través de los siguientes aspectos. -Muestreo de tiempos operacionales, fijos y descripción de fallos de los procesos	Tiempos reales de carguío y acarreo	Tiempo Esperando Camión	De intervalo	min
				Tiempo de Cuadrado		
				Tiempos de Carguío		
				Tiempo en Cola		
				Tiempo de Acarreo lleno		
				Tiempo de Descarga		
				Tiempo de Demoras		
PRODUCTIVIDAD DE EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO	García (2017) dice “que la productividad es la medida que calcula cuantos bienes o servicios se han producido por cada factor utilizado” (p.28).	Esta variable será evaluada a través de los siguientes aspectos. -Índices de operación de los equipos. -Indicadores de productividad.	Aprovechamiento de los equipos en las actividades productivas	Utilización	De razón	%
				Disponibilidad		
				Mantenimiento		
				Rendimiento		
				Demoras operacionales		
			Producción en equipos del ciclo.	Productividad en palas	De Intervalo	Ton/h
				Productividad de volquetes		

ANEXO II

Cálculo de la significancia bilateral

En la sección 4.6 "Contrastación de hipótesis", se describe detalladamente el proceso de cómo se resuelve la hipótesis nula. A continuación, se presentan los pasos clave:

1. **Formulación de Hipótesis:**

- **Hipótesis Nula (H0):** "La optimización de tiempos improductivos no mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera."
- **Hipótesis Alterna (H1):** "La optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la Empresa Minera."

2. **Regla de Decisión:**

- Se rechaza la hipótesis nula H_0 si el valor del estadístico t es mayor que el valor crítico $t_{1-\alpha}$ para un determinado nivel de significancia y grados de libertad (gl).

3. **Elección de la Prueba Estadística:**

- La prueba estadística seleccionada es la prueba t, basada en la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov.

4. **Estimación del p-valor:**

- Si <0.05 , entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alterna H_1 .

5. **Cálculo del Estadístico de Prueba:**

- El valor de t se calcula utilizando la fórmula:

$$t = (\bar{x} - \mu) / (S / \sqrt{n})$$

- En el documento se menciona que el valor de t calculado es 13.76.

6. **Cálculo del Valor Crítico:**

- El valor crítico t_c se calcula como:

$$t_{1-\alpha}(gl)$$

- En este caso, t_c es igual a 1.30.

7. Conclusión:

- La figura 4.6 ilustra la curva de simetría de Gauss, mostrando la zona de rechazo y la zona de aceptación de H_0 .
- Dado que el valor calculado de t es igual a 13.76 y la significancia bilateral es 0.000 (menor a 0.05), se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alterna H_1 .
- La conclusión es que la optimización de tiempos improductivos mejora positivamente la productividad de carguío y acarreo en la empresa minera.

Este proceso asegura que la decisión de rechazar o no la hipótesis nula se base en un análisis estadístico riguroso, utilizando la distribución normal para evaluar la significancia de los resultados obtenidos.

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923
45	0.6800	1.3007	1.6794	2.0141	2.4121	2.6896
46	0.6799	1.3002	1.6787	2.0129	2.4102	2.6870
47	0.6797	1.2998	1.6779	2.0117	2.4083	2.6846
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2.6822
49	0.6795	1.2991	1.6766	2.0096	2.4049	2.6800

50	0.6794	1.2987	1.6759	2.0086	2.4033	2.6778
51	0.6793	1.2984	1.6753	2.0076	2.4017	2.6757
52	0.6792	1.2980	1.6747	2.0066	2.4002	2.6737
53	0.6791	1.2977	1.6741	2.0057	2.3988	2.6718
54	0.6791	1.2974	1.6736	2.0049	2.3974	2.6700
55	0.6790	1.2971	1.6730	2.0040	2.3961	2.6682
56	0.6789	1.2969	1.6725	2.0032	2.3948	2.6665
57	0.6788	1.2966	1.6720	2.0025	2.3936	2.6649
58	0.6787	1.2963	1.6716	2.0017	2.3924	2.6633
59	0.6787	1.2961	1.6711	2.0010	2.3912	2.6618
60	0.6786	1.2958	1.6706	2.0003	2.3901	2.6603
61	0.6785	1.2956	1.6702	1.9996	2.3890	2.6589
62	0.6785	1.2954	1.6698	1.9990	2.3880	2.6575
63	0.6784	1.2951	1.6694	1.9983	2.3870	2.6561
64	0.6783	1.2949	1.6690	1.9977	2.3860	2.6549
65	0.6783	1.2947	1.6686	1.9971	2.3851	2.6536
66	0.6782	1.2945	1.6683	1.9966	2.3842	2.6524
67	0.6782	1.2943	1.6679	1.9960	2.3833	2.6512
68	0.6781	1.2941	1.6676	1.9955	2.3824	2.6501
69	0.6781	1.2939	1.6672	1.9949	2.3816	2.6490
70	0.6780	1.2938	1.6669	1.9944	2.3808	2.6479
71	0.6780	1.2936	1.6666	1.9939	2.3800	2.6469
72	0.6779	1.2934	1.6663	1.9935	2.3793	2.6458
73	0.6779	1.2933	1.6660	1.9930	2.3785	2.6449
74	0.6778	1.2931	1.6657	1.9925	2.3778	2.6439
75	0.6778	1.2929	1.6654	1.9921	2.3771	2.6430
76	0.6777	1.2928	1.6652	1.9917	2.3764	2.6421
77	0.6777	1.2926	1.6649	1.9913	2.3758	2.6412
78	0.6776	1.2925	1.6646	1.9908	2.3751	2.6403
79	0.6776	1.2924	1.6644	1.9905	2.3745	2.6395
80	0.6776	1.2922	1.6641	1.9901	2.3739	2.6387
81	0.6775	1.2921	1.6639	1.9897	2.3733	2.6379
82	0.6775	1.2920	1.6636	1.9893	2.3727	2.6371
83	0.6775	1.2918	1.6634	1.9890	2.3721	2.6364
84	0.6774	1.2917	1.6632	1.9886	2.3716	2.6356
85	0.6774	1.2916	1.6630	1.9883	2.3710	2.6349
86	0.6774	1.2915	1.6628	1.9879	2.3705	2.6342
87	0.6773	1.2914	1.6626	1.9876	2.3700	2.6335
88	0.6773	1.2912	1.6624	1.9873	2.3695	2.6329
89	0.6773	1.2911	1.6622	1.9870	2.3690	2.6322
90	0.6772	1.2910	1.6620	1.9867	2.3685	2.6316
91	0.6772	1.2909	1.6618	1.9864	2.3680	2.6309
92	0.6772	1.2908	1.6616	1.9861	2.3676	2.6303
93	0.6771	1.2907	1.6614	1.9858	2.3671	2.6297
94	0.6771	1.2906	1.6612	1.9855	2.3667	2.6291
95	0.6771	1.2905	1.6611	1.9852	2.3662	2.6286
96	0.6771	1.2904	1.6609	1.9850	2.3658	2.6280
97	0.6770	1.2903	1.6607	1.9847	2.3654	2.6275
98	0.6770	1.2903	1.6606	1.9845	2.3650	2.6269
99	0.6770	1.2902	1.6604	1.9842	2.3646	2.6264
100	0.6770	1.2901	1.6602	1.9840	2.3642	2.6259
∞	0.6745	1.2816	1.6449	1.9600	2.3263	2.5758

Costos de transporte

COSTO DE PROPIEDAD Y OPERACIÓN DE UN VOLQUETE VOLVO FMx						
ACARREO DE MINERAL Y DESMONTE - UNIDAD MINERA COBRIZA						
Marca:	VOLVO		Modelo:	FMx	Año:	2013
Capacidad de tolva:	12.5	m ³	BB.SS. Obreros:	95.19%	Tipo de cambio:	3.24
Horas x tarea:	8	Horas	BB.SS. Empleados:	61.69%		
Sistema de trabajo:	14x7		Días de trabajo empleados:	30		
Horas de trabajo/jorn	10.3	Horas	de trabajo Obreros:	30		

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO	VIDA UTIL HORAS	COSTO PARCIAL \$/HR	COSTO TOTAL \$/HR
1.- COSTO DIRECTO						
1.0 COSTOS DE PROPIEDAD						5.20
1.01 Depreciación	Horas	1.00	109,800.0	14,976.00	4.77	
1.02 Financieros (intereses)	Horas	1.00	109,800.0		0.30	
1.03 Seguros	Horas	1.00	109,800.0		0.13	
2.0 COSTOS HORARIO DE OPERACIÓN						38.53
2.01 Costo de reposición de neumaticos	H.H	1.00			11.05	
2.02 Costo de mantenimiento y reparación	H.H	1.00			7.25	
2.03 Costo de reposición de muelles	H.H	1.00			4.42	
2.04 Costo de planilla	H.H	1.00			9.35	
2.05 Costo de EPP's	H.H	1.00			0.19	
2.06 Costo por equipos y herramientas	H.H	1.00			1.94	
2.07 Camioneta	Hr	1.00	60.00		4.33	
TOTAL COSTO DIRECTO						43.73
2.- COSTO INDIRECTO						6.73
2.01 Gastos generales		5.38%			2.35	
2.02 Utilidad		10.00%			4.37	
2.03 Petroleo D-2 (*)	Galones	0.00		1.00	0.00	
TOTAL COSTO INDIRECTO						6.73
TOTAL COSTO HORARIO						50.46
FACTOR (\$/Ton)						2.31
P.U. TRANSPORTE DE MINERAL Y DESMONTE (US\$/Tonelada/Kilómetro)						0.90

Costo De Propiedad

DESCRIPCION	TIPO 6x4
Valor de Adquisición (VT) (Ponderado pagado y no pagado)	109,800.0
Trabajo anual horas	4,992.0
Valor de Rescate (VR=VT*PR) 35%	38,430.0
Valor Depreciable (VD=(VT-VR))	71,370.0
Vida Económica Útil (VEU=HR(anual)*VU)	14,976.0
COSTO DE CAPITAL	
<u>1.0.- COSTO DE POSESION</u>	
Costo de Posesión (CP=VD/VE)	4.77
<u>2.0.- INTERES FINANCIERO</u>	
	5.23%
I=IMA*i%/Hrs anuales	
IMA=(VT*(VU+1)+VR(VU-1))/(2*VU)	IMA 86,010.00
Costo interés Financiero (\$/Hr)	0.30
<u>3.0.- INTERES DE SEGURO %</u>	
	2.27%
IS=IMA*TA/VEU	
Costo de Interés x Seguro (\$/Hr)	0.13
COSTO TOTAL DE PROPIEDAD (\$/hr)	
	5.20

Descripción	Unid	Cant.
Horas de Trabajo por Gdia	Hr/Gdia	8
Estimado de vida del equipo	día/mes	26
Utilización del equipo x Mes	Hrs/Mes	416
Año	Meses/Año	12
Periodo de vida estimado del equipo (VU)	Años	3
Utilización del equipo estimada	Hrs/Año	4,992
Utilización total estimada del equipo	Hrs	14,976

Cálculo de rendimiento de operación

RENDIMIENTO PROMEDIO ton/Hr	
<i>Distancia ida:</i>	<i>2.57 km</i>
<i>Distancia vuelta:</i>	<i>2.57 km</i>
<i>Velocidad vacío:</i>	<i>12.00 km/Hr</i>
<i>Velocidad cargado:</i>	<i>8.00 km/Hr</i>
<i>Tiempo de carguío:</i>	<i>7.00 min</i>
<i>Tiempo de viaje cargado:</i>	<i>24.50 min</i>
<i>Tiempo de viaje vacío:</i>	<i>17.99 min</i>
<i>Tiempo descarga:</i>	<i>7.00 min</i>
<i>Tiempos imprevistos:</i>	<i>12.00 min</i>
<hr/>	
<i>Tiempo por ciclo</i>	<i>68.49 min</i>
<i>Horas efectivas de trabajo</i>	<i>8.00 Hr/gdia</i>
<i>N° Ciclos (viajes)</i>	<i>7.00 viajes/gdia</i>
<i>Capacidad del camión</i>	<i>25.00 ton</i>
<hr/>	
Rendimiento 21.88 ton/Hr	

TARIFA: ACARREO DE MINERAL Y DESMONTE EN INTERIOR MINA

N°	PUNTOS		TARIFA (USD/TM-KM)	TARIFA (USD/TM)
	DE CARGUÍO	DE DESCARGA		
01	0 KM	1 KM	0.90	0.90
02	0 KM	2 KM	0.68	1.36
03	0 KM	3 KM	0.67	2.00
04	0 KM	4 KM	0.65	2.60
05	0 KM	5 KM	0.63	3.15
06	0 KM	6 KM	0.61	3.65
07	0 KM	7 KM	0.62	4.32
PROMEDIO			0.68	2.57

Cálculo de Requerimiento de equipos al incremento de tonelaje

Calculo de requerimientos de Equipos al incremento de Tonelaje				
Indices				
			TON	
Longitud de taladro de avance	3,9 m		12.5	
Longitud de taladro de produccion	2,5 m		8.0	
N° taldros por Dia	Taladros		100	
Cap de volquete	Ton		22.5	
Distancia de Acarreo maxima	5 kilometros		45 min	
N° viajes de volquete /guardia	viajes		6	
R 2900 T -11,6 Y3	Ton		12	
ST 903	Ton		7	
SCOOPS- R1600L-CAT-6.3 Y3	Ton		5	
MINERAL	3.97			
DESMONTE	2.97			
MAGNETITA	4.2			
TONELAJE		1500	2500	4500
N° taldros requeridos		146	244	439
N° taldros por Dia		100	100	100
Requerimiento de Jumbo		1.5	2	4
N° Viajes por Volquetes		67	111	200
N° Viajes /guardia		33	56	100
N° Volquetes requeridos /guardia		6	9	17
				6500
				634
				100
				289
				144
				24

Cálculo de costo horario de un equipo

CALCULO DEL COSTO HORARIO DE UN EQUIPO

1) PARAMETROS TECNICOS DEL EQUIPO

EQUIPO	SCOOPTRAM	
MARCA	CATERPILLAR	
MODELO	13 YD 3	
TIPO	R 2900 G	
Horas Mínimas		Hr
Consumo Diesel	15.00	Gal/Hr

2) RESUMEN COSTO HORARIO DIRECTO

DESCRIPCION	US\$/H-M	Distribuc.
Propiedad	38.83	21%
Combustible	60.15	33%
Aceite Hidráulico	1.04	1%
Mantto. Prev.	18.05	10%
Reparaciones	22.15	12%
Llantas	29.07	16%
Operador y Aydte.	13.37	7%
TOTAL	182.66	100%

i) DETALLE COSTO DE PROPIEDAD Y OPERACIÓN POR HORA - MAQUINA

EQUIPO:	SCOOPTRAM
MARCA:	CATERPILLAR
MODELO:	13 YD 3
TIPO:	R 2900 G

5. PRECIO DE ENTREGA EN ALMACEN DEL DISTRIBUIDOR (SINI.G.V.)				480,000	US\$	
6. VALOR DE RESCATE			10%	del Precio Entrega	48,000	US\$
7. Costo de Neumáticos	15,800	US\$/Und	4	Unidades	63,200	US\$
7. VALOR NETO PARA DEPRECIACION					368,800	US\$

Sección II: COSTOS DE POSESION (COSTOS FIJOS)				US\$/H-M
8. Horas Netas de Operación / Año				
Horas Operadas / Día	14			
Días / Semana	6			
Semanas / Año	50			
Horas Operadas / Año	4,200			
9. Años de Depreciación Equipo				
Vida Económica Util (Estimada)	13,000	Hrs		
	3.10	Años		
10. Costo Horario de Seguros, Impuestos y Almacenaje				\$ 10.46
IMA =	243,975	Inversión Media Anual		
II & T =	18.00%	Prima de Intereses, Seguros, Impuestos, etc.		
11. Costo Horario de Depreciación				\$ 28.37
12. COSTO TOTAL DE POSESION				\$ 38.83

Sección III: COSTOS DE OPERACIÓN (COSTOS VARIABLES)				
13. Consumo Horario de Combustible	15.00	Gal/hr		60.15
Costo Unitario del Combustible	4.01	US\$/gal		
14. Costo de Aceite Hidráulico	0.14	Gln/Hr		1.04
	7.45	US\$/Gal		
18. Mant. Preventivo (incluye Lubricantes, Filtros, M. de O.)				\$ 18.05
	30%	del ítem 14 (Costo de Combustible)		
19. Costo de Reparaciones, basado sobre un % del Precio de Entrega				\$ 22.15
Factor de Reparación	60%	Precio de Entrega		
20. Costo de Neumáticos				\$ 25.28
Vida Util (sin Reencauchado)	2500	Hrs		
21. Costo de Reparación Neumáticos	15%	del ítem 19 (Costo Neum.)		\$ 3.79
22. Costo de Mano de Obra				\$ 13.37
Jornal Básico	50.00	US\$ /Gdia		
Leyes y Beneficios Sociales	113.99%			
22. COSTO TOTAL DE OPERACION				\$ 143.84

23. COSTO DIRECTO TOTAL (POSESION + OPERACIÓN)				\$ 182.66
---	--	--	--	------------------

Fichas técnica de scoop R2900-G

Cargador para
Minería Subterránea
R2900G



Motor

Modelo de motor	C15 ACERT™ Cat®	
Potencia bruta – SAE J1995	321/333 kW	430/447 hp

Especificaciones de operación

Capacidad nominal de carga útil	17.200 kg	37.926 lb
Peso bruto en orden de trabajo de la máquina	67.409 kg	148.611 lb

Capacidades de los cucharones

Capacidad del cucharón – Estándar	7,2 m³	9,4 yd³
-----------------------------------	--------	---------

Fichas técnica descriptiva de Scoop R2900-G

Motor

Modelo de motor	C15 ACERT™ Cat	
Potencia nominal	1.900/1.800 rpm	
Potencia bruta – SAE J1995	321/333 kW	430/447 hp
Potencia neta – SAE J1349	290/302 kW	389/405 hp
Potencia neta – ISO 9249	288/300 kW	386/402 hp
Potencia neta – 80/1269/EEC	321/333 kW	430/447 hp
Calibre	137,2 mm	5,4 pulg
Carrera	171,5 mm	6,8 pulg
Cilindrada	15,2 L	927,9 pulg ³

- Las clasificaciones de potencia se aplican a una velocidad nominal de 1.900/1.800 rpm, cuando se prueba bajo las condiciones de referencia para la norma específica.
- Valores nominales basados en condiciones normales del aire SAE J1995 a 25° C (77° F) y 100 kPa (29,61 mm Hg). Potencia estimada con un combustible de densidad API de 35 grados a 16° C (60° F) y un poder calorífico bajo de 42.780 kJ/kg (18.390 BTU/lb) cuando el motor se usa a 30° C (86° F).
- La reducción de potencia del motor empezará a una altitud de 591 m (1.938 pies)
- Cumple con las normas de emisiones Tier 3 de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.

Especificaciones de operación

Capacidad nominal de carga útil	17.200 kg	37.926 lb
Peso bruto de la máquina en operación	67.409 kg	148.611 lb
Carga límite de equilibrio estático en desplazamiento recto hacia adelante con los brazos de levantamiento en posición horizontal	39.923 kg	88.015 lb
Carga límite de equilibrio estático en giro pleno con los brazos de levantamiento en posición horizontal	34.069 kg	75.109 lb
Fuerza de desprendimiento (SAE)	27.346 kg	60.298 lb

Pesos

Sin carga	50.209 kg	110.692 lb
Eje delantero	23.057 kg	50.832 lb
Eje trasero	27.152 kg	59.860 lb
Con carga	67.409 kg	148.611 lb
Eje delantero	50.220 kg	110.716 lb
Eje trasero	17.189 kg	37.895 lb

Transmisión

Avance 1	5 km/h	3,1 mph
Avance 2	8,8 km/h	5,5 mph
Avance 3	15,2 km/h	9,4 mph
Avance 4	25,3 km/h	15,7 mph
Retroceso 1	6,2 km/h	3,9 mph
Retroceso 2	10,9 km/h	6,8 mph
Retroceso 3	18,6 km/h	11,6 mph
Retroceso 4	26,4 km/h	16,4 mph

Tiempo del ciclo hidráulico

Subida	9,2 Segundos
Descarga	3,4 Segundos
Bajar, libre bajado, vacío	3,1 Segundos
Tiempo de ciclo total	15,7 Segundos

Capacidades de los cucharones

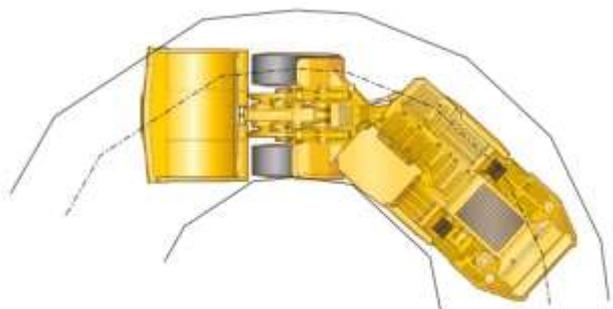
Capacidad del cucharón – Estándar*	7,2 m ³	9,4 yd ³
Ancho del cucharón (con cuchilla)	3.154 mm	124,2 pulg
Capacidad del cucharón – Optativo*	8,3 m ³	10,9 yd ³
Capacidad del cucharón – Optativo*	8,9 m ³	11,6 yd ³

* También hay disponibles versiones de cucharones de penetración alta.

Dimensiones de giro

Radio de giro exterior**	7.323 mm	288,3 pulg
Radio de giro interior**	3.383 mm	133,2 pulg
Oscilación del eje	8°	
Ángulo de articulación	42,5°	

** Las dimensiones de espacio libre se usan sólo como referencia.



Fichas técnica descriptiva de llenado Scoop R2900-G

Capacidades de llenado de servicio

Cárter del motor	34 L	9 gal EE.UU.
Transmisión	62 L	16,4 gal EE.UU.
Tanque hidráulico	140 L	37 gal EE.UU.
Sistema de enfriamiento	75 L	19,8 gal EE.UU.
Diferenciales y mandos finales delanteros	119 L	31,4 gal EE.UU.
Diferenciales y mandos finales traseros	127 L	33,5 gal EE.UU.
Diferenciales y mandos finales delanteros (con sistema de enfriamiento de aceite del eje)	159 L	42 gal EE.UU.
Diferenciales y mandos finales traseros (con sistema de enfriamiento de aceite del eje)	167 L	44,1 gal EE.UU.
Tanque de combustible	854 L	225,6 gal EE.UU.
Tanque de combustible secundario (si está equipado)	571 L	150,8 gal EE.UU.

Neumáticos

Tamaño de neumático	29.5 × 29 34 telas STMS
---------------------	-------------------------

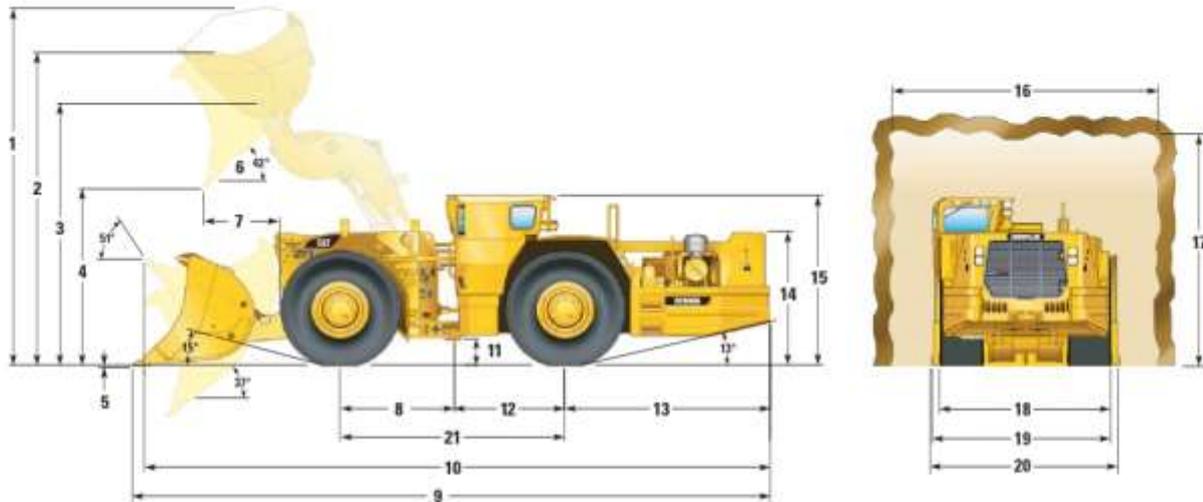
Normas

Frenos	ISO3450, AS2958.1, CAN-CSA424.30-M90
Cabina/FOPS	ISO3449, SAEJ231, AS2294.3, EN13627
Cabina/ROPS	ISO3471, SAEJ1040, AS2294.2, EN13510

Ficha técnica descriptiva de altura de carguío Scoop R2900-G

Dimensiones

Todas las dimensiones son aproximadas.



	249-4899 (cucharón estándar)*		249-4892*		249-4893*	
Capacidad del cucharón	7,2 m ³	(9,4 yd ³)	8,3 m ³	(10,9 yd ³)	8,9 m ³	(11,6 yd ³)
Ancho de cucharón (sobre la cuchilla)	3.054 mm	(10 pies)	3.154 mm	(10 pies 4 pulg)	3.354 mm	(11 pies)
1 Altura total con el cucharón levantado	6.179 mm	(20 pies 3 pulg)	6.232 mm	(20 pies 6 pulg)	6.232 mm	(20 pies 6 pulg)
2 Máxima altura de descarga	5.427 mm	(17 pies 10 pulg)	5.427 mm	(17 pies 10 pulg)	5.427 mm	(17 pies 10 pulg)
3 Altura del pasador del cucharón a altura máxima de levantamiento	4.539 mm	(14 pies 11 pulg)	4.539 mm	(14 pies 11 pulg)	4.539 mm	(14 pies 11 pulg)
4 Espacio libre de descarga en levant. máximo	2.868 mm	(9 pies 5 pulg)	2.735 mm	(9 pies)	2.724 mm	(8 pies 11 pulg)
5 Profundidad de excavación	52 mm	(2 pulg)	65 mm	(2,6 pulg)	65 mm	(2,6 pulg)
6 Ángulo de descarga a altura máxima de levantamiento	42°		42°		42°	
7 Alcance	1.656 mm	(5 pies 5 pulg)	1.803 mm	(5 pies 11 pulg)	1.817 mm	(6 pies)
8 Del centro del eje delantero al centro del enganche	1.890 mm	(6 pies 2 pulg)	1.890 mm	(6 pies 2 pulg)	1.890 mm	(6 pies 2 pulg)
9 Longitud total (Excavación)	11.302 mm	(37 pies 1 pulg)	11.507 mm	(37 pies 9 pulg)	11.525 mm	(37 pies 10 pulg)
10 Longitud total (Empuje)	10.949 mm	(35 pies 11 pulg)	11.073 mm	(36 pies 4 pulg)	11.083 mm	(36 pies 4 pulg)
11 Altura libre sobre el suelo	465 mm	(1 pie 6 pulg)	465 mm	(1 pie 6 pulg)	465 mm	(1 pie 6 pulg)
12 Del centro del eje trasero al centro del enganche	1.890 mm	(6 pies 2 pulg)	1.890 mm	(6 pies 2 pulg)	1.890 mm	(6 pies 2 pulg)
13 Longitud desde el eje trasero hasta el parachoques	3.572 mm	(11 pies 9 pulg)	3.572 mm	(11 pies 9 pulg)	3.572 mm	(11 pies 9 pulg)
14 Altura hasta la parte superior del capó	2.371 mm	(7 pies 9 pulg)	2.371 mm	(7 pies 9 pulg)	2.371 mm	(7 pies 9 pulg)
15 Altura hasta la parte superior de la estructura ROPS	2.886 mm	(9 pies 6 pulg)	2.886 mm	(9 pies 6 pulg)	2.886 mm	(9 pies 6 pulg)
16 Ancho libre del túnel**	4.500 mm	(14 pies 9 pulg)	4.500 mm	(14 pies 9 pulg)	4.500 mm	(14 pies 9 pulg)
17 Altura libre del túnel**	4.500 mm	(14 pies 9 pulg)	4.500 mm	(14 pies 9 pulg)	4.500 mm	(14 pies 9 pulg)
18 Ancho total de los neumáticos	2.898 mm	(9 pies 6 pulg)	2.898 mm	(9 pies 6 pulg)	2.898 mm	(9 pies 6 pulg)
19 Ancho total sin cucharón	3.010 mm	(9 pies 10 pulg)	3.010 mm	(9 pies 10 pulg)	3.010 mm	(9 pies 10 pulg)
20 Ancho total con cucharón	3.176 mm	(10 pies 5 pulg)	3.176 mm	(10 pies 5 pulg)	3.176 mm	(10 pies 5 pulg)
21 Distancia entre ejes	3.780 mm	(12 pies 5 pulg)	3.780 mm	(12 pies 5 pulg)	3.780 mm	(12 pies 5 pulg)

*Las dimensiones mostradas se basan en tamaños de cucharón para material estándar. Versiones de cucharones de alta penetración se encuentran también disponibles.

**Las dimensiones de espacio libre se usan sólo como referencia.

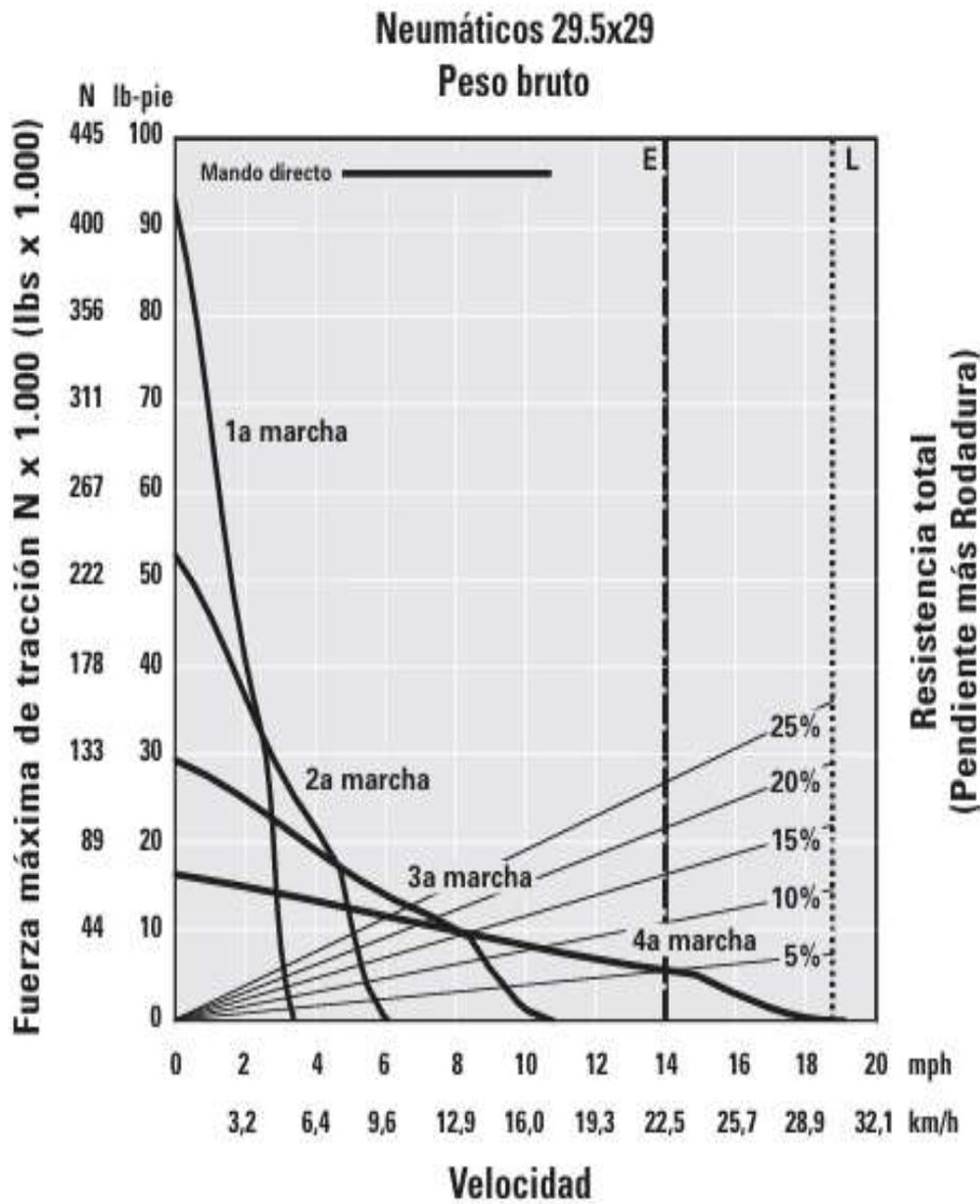
Fichas técnica descriptiva de rendimiento de Scoop R2900-G

Rendimiento en pendientes/Velocidad/Tracción

Para determinar el rendimiento en pendientes: Lea desde el peso bruto hacia abajo hasta el porcentaje de la resistencia total. Resistencia total es igual al porcentaje actual de pendiente más resistencia a la rodadura. Como regla general use 2% para la resistencia de rodadura en aplicaciones subterráneas o consulte

el Manual de Rendimiento Caterpillar. Desde el punto de resistencia total, vaya horizontalmente hasta la curva con la marcha máxima posible y desde allí hacia abajo para obtener la velocidad máxima. La tracción utilizable en las ruedas dependerá de la tracción disponible y del peso sobre las ruedas de tracción.

----- Peso vacío típico en la obra
 Peso con carga



E - Vacío 50.209 kg (110.711 lb)
 L - Cargado 67.409 kg (148.637 lb)

Fichas técnica descriptiva de volquete volvo FMX 380 CV



VOLVO FMX 6X4R VOCACIONAL 380/420/460/500 CV



Volvo Trucks. Acelerando el futuro.

✓ 13 LITROS

✓ CABINA EXTENDIDA
TECHO NORMAL

✓ CAJA I-SHIFT CON SOFT HD

✓ AIRBAG

✓ EJE CON REDUCTOR
DE CUBOS

DATOS TÉCNICOS

MOTOR

Modelo: VOLVO D13C Euro 5

Características: 12,8 lts, 6 cilindros en línea y 4 válvulas por cilindro.

Unidades individuales de inyector bomba. Sistema de inyección con gerenciamento electrónico.

Potencias: 380 / 420 / 460 / 500 CV (1.400 a 1.900 rpm)

Torques: 1.900 / 2.100 / 2.300 / 2.500 Nm (1.000 a 1.400 rpm)

CAJA DE VELOCIDADES

Modelo: Volvo AT2612F

Tipo: Automatizada sin sincronizados

Sistema: I-Shift con soft HD

Marchas: 12 Velocidades (14,94:1 - 1:1)

Opcional: I-Shift de 14 marchas, 12 + 2 super reducidas (32,04:1 / 19,38:1)

DIFERENCIAL

Modelo: RTH3210F con red. de cubos.

Relación de reducción: 3,33 / 3,46 / 3,61 / 3,76 / 3,97 / 4,12 / 4,55 / 5,41 / 6,18 / 7,21

Capacidad de arrastre: 100 Ton*

*(consultar para mayores capacidades)

Opcional: RTS2370 sin red. de cubos

SUSPENSIÓN DELANTERA

Tipo: Ballestas parabólicas con amortiguadores y barra estabilizadora.

Capacidad: 7.500 a 10.000 kg

SUSPENSIÓN TRASERA

Tipo: Ballestas semielípticas con amortiguadores y barra estabilizadora.

Capacidad: 26.000 a 32.000 kg

Opcional: Parabólica o neumática de 8 fuelles (21.000 a 26.000 kg)

FRENOS

Tipo: A tambor con ABS, EBS y control de tracción.

Freno auxiliar: Freno de motor VEB a través de válvulas de 410 CV (para 380/420) o VEB+ de 510 CV (para 460/500)

Opcional: Retardador Hidráulico

CHASIS

Material: Acero especial LNE60 de alta resistencia y bajo peso, con refuerzo interno.

Altura: 300 mm.

Ala: 90 mm

Espesor + refuerzo: 9 + 5 mm

TANQUES DE COMBUSTIBLE

Tipo: Rectangular plástico.

Capacidad: 400 lts

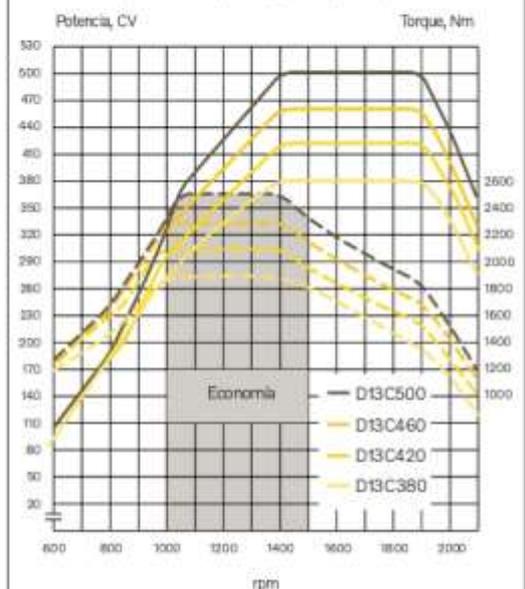
NEUMÁTICOS Y LLANTAS

Neumáticos: 12R20

Llantas: Acero

D13C Potencia/Torque

Potencia según ISO 1585, Dir. 89/491/EEC, ECE Reg 85



PESOS Y CAPACIDADES (Kg)

	Eje delantero	Eje trasero	Total
Capac. técnica	7.500 + 10.000	21.000 + 32.000	28.500 + 42.000
Límite legal	6.000	18.000	24.000
Peso del chasis*	5.031	4.557	9.588

*Pesos estimados con 100 lts de combustible, sin chofer y con rueda de auxilio. Llantas de acero, frenos a tambor, cabina extendida techo normal y eje RTH 3210F. Distancia entre ejes 3700 mm. Pararaje sin reductor RTS 2370 restar 150 Kg.

MEDIDAS

Cabina FMX: Cabina extendida techo normal, con paragolpes de acero y mayor ángulo de ataque especialmente diseñado para trabajo pesados. Suspensión mecánica. Opcional cabina dormitorio (techo normal o alto).

Ficha técnica descriptiva de Scania P-450 B

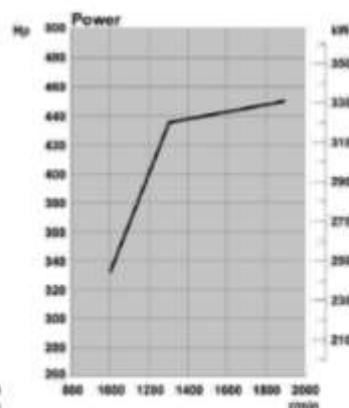
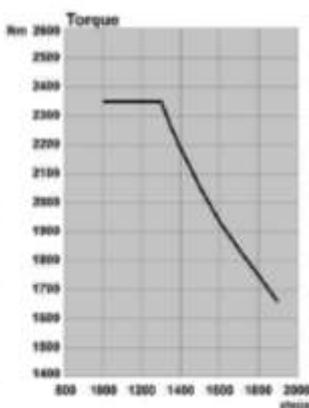
P 450 B 6x4 HZ



IMAGEN REFERENCIAL

MOTOR

Modelo	DC13 450
Cilindrada	12.7 dm ³
Potencia máxima	450 cv (331 kW) @ 1900 rpm
Par máximo	2,350Nm @ 1,000 – 1,300 rpm
Nivel de emisiones	Euro 5
Técnica de control de emisiones	SCR
Sistema de inyección	Scania XPI
Toma de fuerza	ED120P



Fichas técnica descriptiva de Scania P-450 B

CAJA DE CAMBIOS	
Marchas	12 + 2 adelante / 2 reversas
Sistema de cambios	Scania Opticruise
Toma de fuerza	EG653P

SUSPENSION DELANTERA	
Tipo	Muelles 4 x 28 mm
Capacidad técnica	9,000 kg

SUSPENSION POSTERIOR	
Tipo	Muelles 5 x 48/90 mm
Capacidad técnica	32,000 kg

DIFERENCIAL	
Modelo	RBP835 + RP835
Tipo	Diferencial con reducción de cubos
Relación	5,36

FRENOS	
Tipo	Tambor.
Control	Neumático.
Sistemas	ABS, control de tracción y Hill hold (Asistente de arranque en pendiente).
Frenos auxiliares	Freno de escape. Scania retarder R3500.

CABINA y CHASIS	
Cabina	CP17
Puesto del conductor	Cuadro de instrumentos de 4". Tacógrafo analógico. Volante ajustable.
Ventanas y espejos	Espejos de ángulo amplio. Espejo de proximidad frontal y en el lado del acompañante. Elevavinas eléctricos.
Iluminación	Faros H7. Faros neblineros. Faros en calandra. Luz de circulación de día.
Equipamiento	Aire acondicionado. Radio con pantalla de 5". Scania Communicator. Alarma de retroceso. Escalón lateral en cabina. Agarre en techo de cabina.
Tanques de combustible	1 x 300 + 1 X 150 litros
Tanque de reductor	47 litros.

NEUMATICOS Y AROS	
Medida de neumáticos	325/95R24.
Medida de aros	8.5x24.
Material de aros	Acero.



Ficha Técnica Scoop R-2900-G en carguío de mineral en el pique principal



Equipo de carguío Scoop R-2900-G en carguío de mineral en interior mina a damper**Equipo de carguío en espera de posicionamiento del damper para su llenado**

Scoop R-2900-G en echadero Nv 51 de mineral en interior mina



Scoop R-2900-G en carguío de mineral en interior mina a volquete volvo FMX 380 CV



Carguío de Mineral a volquete

Volquete volvo FMX 380 CV en descarga de mineral en echadero de nivel 10 -Pique



Volquete en descarga de mineral en echadero Principal

Volquete Scania P-450 B en talleres mecánicos del nivel 28 realizando su inspección mecánica



Volquete en Inspección y Revisión Mecánica

ANEXO III: INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA

SECCIÓN DE POSGRADO

GUÍA DE OBSERVACIÓN: PRODUCTIVIDAD DE EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACAREO

TESIS: OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE CARGUÍO Y ACARREO EN LA EMPRESA MINERA

TESISTA: Bach. Otto ARISTE QUISPE

I. DATOS INFORMATIVOS

ESTUDIO DE TIEMPOS EQUIPOS DE CARGUÍO (min - seg)			
Departamento		Año:	
Operación		Mes:	
Guardia		Día:	

CONTROL DE PESO DE LOS VOLQUETES VACIO Y CARGA UTIL (ton)		
Departamento	Producción	Año:
Operación	Transporte	Mes:
Turno		

Volquete (modelo)	Material	Peso vacío (ton)	Peso cargado (ton)	Carga útil (TM)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y
METALÚRGICA**

SECCIÓN DE POSGRADO

GUÍA DE OBSERVACIÓN: TIEMPOS IMPRODUCTIVOS EN CARGUÍO Y ACARREO

TESIS: OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE CARGUÍO Y ACARREO EN LA EMPRESA MINERA

TESISTA: Bach. Otto ARISTE QUISPE

I. DATOS INFORMATIVOS

ESTUDIO DE TIEMPOS EQUIPOS DE ACARREO (min - seg)			
Departamento		Año:	
Operación		Mes:	
Guardia		Día:	

ANEXO IV



Ley N° 30035
Respositorio Nacional Digital



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERIA**

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
EN EL PORTAL DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL
DE LA UNI**

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y nombres: Otto Ariste Quispe

D.N.I: 40077681

Teléfono casa: - celular: 992 227 369

Correos electrónicos: oariste@hotmail.com

2. DATOS ACADÉMICOS

Grado académico: Bachiller

Mención: Ingeniería de Minas

3. DATOS DE LA TESIS

Título:

“Optimización de Tiempos Improductivos para Mejorar la Productividad de Carguío y Acarreo en una Empresa Minera”.

Año de publicación: 2024

A través del presente, autorizo a la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Ingeniería, la publicación electrónica a texto completo en el Repositorio Institucional, el citado título.

Firma



OTTO ARISTE QUISPE

Fecha de recepción: 10/06/2024

ANEXO V: CURRICULUM VITAE



OTTO ARISTE QUISPE

INGENIERO DE MINAS

CIP – 99973

Av. San Martin 120 La Florida – Huancayo - Perú

DNI: 40077681

EDAD: 46 años

RESUMEN

Magister en Gestión Minera por la Universidad Nacional de Ingeniería, **Ingeniero de Minas** titulado por la Universidad Nacional del Centro del Perú, con registro CIP-99973. Con 17 años de experiencia laboral en minería subterránea, abarcando diversos aspectos críticos como métodos de explotación, planeamiento de minado, evaluación de costos y presupuestos, valorizaciones económicas, programa de producción por segmentos, evaluación y control de índices de eficiencia en cuadros de producción.

Conocimiento en perforación y voladura (detonadores no eléctricos) en taladros largos (Trackless) y vetas angostas, poseo dominio completo en informática (Word, Excel, PowerPoint, AutoCAD) y un nivel básico completo de inglés. Además, cuento licencia de conducir (AI-P40077681) actualizada.

Mi experiencia me ha permitido desarrollar una alta capacidad de decisión, liderando y gestionando operaciones mineras de acuerdo con normas y procedimientos vigentes, y un manejo eficiente de los recursos humanos. Destaco por mi habilidad de análisis, criterio y sentido común, siendo proactivo y con una fuerte aptitud para el trabajo en equipo. Estoy disponible de manera inmediata para viajar y asumir nuevos retos profesionales.

CONTACTO

CELULAR :

992227369

REDES SOCIALES :

Otto Ariste

Otto Ariste

CORREO ELECTRONICO :

- oariste@hotmail.com
- oariste@gmail.com

IDIOMAS

Inglés

Quechua

EDUCACION PROFESIONAL

Universidad Nacional de Ingeniería

Grado Maestro - Gestión Minera

08-09-2022 – 09-10-2023

Universidad Nacional de Centro del Perú

Título Profesional – Ingeniero de Minas

03-03-1997 – 22-12-2002

EXPERIENCIA PROFESIONAL

DOE RUN PERU – UNIDAD DE PRODUCCION COBRIZA

Superintendente (e) de Mina 2012 - 2023

Se realizó evaluaciones económicas financiera y actualizaciones de la data Run interno de la empresa para la venta de la mina, también se actualiza los permisos de almacenamiento y compra de explosivos (Gestión del COM), así mismo también la Gestión de compra de materiales de insumos químicos fiscalizables, elaboración de plan de minado anual, inventario de activos mina para la transferencia al nuevo comprador, elaboración de estados financieros para el manteniendo de mina paralizada.

COMPAÑÍA MINERA ARES. GRUPO HOCHSCHILD MINING PLC

Jefe de Mina 2006 - 2011

Se trabaja con el personal en forma conjunta y con línea horizontal mejorando el enfoque y el diseño organizacional donde nuestra línea de comunicación es enfocada hacia el último de nuestros trabajadores y de esta manera mantenemos una operación conjunta que nos permite optimizar nuestros costos de operación. Aplicación de sistema de seguridad DNV así logramos concientizar una cultura de seguridad en la empresa.

EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A. (YAULIYACU) GRUPO

GLENCORE

Jefe de Mina 2005 - 2006

Se implementó el área de Perforación y Voladura en Taladros Largos cuyo logro principal fue establecer, controlar y reducir los parámetros de perforación y Voladura. La voladura secundaria se bajó del 60% al 15% controlando el secueamiento de salida, uso de tacos de arcilla y controlando la desviación de taladros; Además se bajó el Factor de carga de 0.6 Kg/Tn a 0.25 Kg/Tn, En perforación se amplió la malla de perforación de B=1.2m ; E=1.2m (antes) B=1.5m ; E=2.0m. (Ahora). Conllevando al ahorro en costos tanto en perforación como en voladura.



OTTO ARISTE QUISPE

MINING ENGINEER

CIP – 99973

Av. San Martin 120 La Florida – Huancayo - Perú

DNI: 40077681

AGE: 46 años

RESUME

Master in Mining Management from the Universidad Nacional de Ingenieria. Licensed Mining Engineer from the Universidad Nacional del Centro del Perú with CIP-99973 registration. Seventeen years of professional experience in underground mining covering various critical aspects such as exploitation methods, mining planning, cost evaluation and budgeting, economic valuations, segmental production programs, and evaluation and control of efficiency indices in production charts. Knowledge in drilling and blasting (non-electric detonators) in long holes (Trackless) and narrow veins. Proficient in IT (Word, Excel, PowerPoint, AutoCAD) and basic complete level in English. Also hold an updated driver's license (AI-P40077681).

My experience has enabled me to develop a high decision-making capacity, leading and managing mining operations in accordance with current regulations and procedures, and efficiently handling human resources. I stand out for my analytical skills, judgment, and common sense, being proactive and having a strong aptitude for teamwork. I am available immediately to travel and take on new professional challenges.

CONTACT INFORMATION

PHONE :

992227369

SOCIAL NETWORKS :

Otto Ariste

Otto Ariste

E-MAIL :

oariste@hotmail.com

oariste@gmail.com

LANGUAGES

Ingles

Quechua

PROFESSIONAL EDUCATION

Universidad Nacional de Ingenieria

Master's Degree - Mining Management

08-09-2022 – 09-10-2023

Universidad Nacional de Centro del Perú

Professional Title - Mining Engineer

03-03-1997 – 22-12-2002

PROFESSIONAL EXPERIENCE

DOE RUN PERU – COBRIZA PRODUCTION UNIT

Acting Mine Superintendent

2012 - 2023

Conducted economic and financial evaluations and updates of the company's internal Run data for the sale of the mine. Updated permits for storage and purchase of explosives (COM management) as well as the management of the purchase of regulated chemical inputs. Developed the annual mining plan, conducted inventory of mine assets for transfer to the new buyer, and prepared financial statements for the maintenance of the paralyzed mine.

COMPAÑIA MINERA ARES. HOCHSCHILD MINING PLC GROUP

OPERATIONS MANAGER

2006- 2011

Worked collaboratively with the staff in a horizontal organizational structure, improving focus and organizational design. Communication lines were directed to the lowest level workers, enabling joint operations that optimized operating costs. Implemented the DNV security system to foster a safety culture within the company.

EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A. (YAULIYACU) GLENCORE GROUP

OPERATIONS MANAGER

2005 - 2006

Implemented the Drilling and Blasting area for Long Holes. Main achievements included establishing, controlling, and reducing drilling and blasting parameters. Reduced secondary blasting from 60% to 15% by controlling exit sequencing, using clay plugs, and controlling drill deviation. Reduced the load factor from 0.6 Kg/Tn to 0.25 Kg/Tn. Expanded the drilling grid from B=1.2m; E=1.2m (before) to B=1.5m; E=2.0m (now), leading to cost savings in both drilling and blasting.