



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

ESCUELA DE POSTGRADO Y ESTUDIOS CONTINUOS

NIVEL DE EFECTIVIDAD BAJO EL MODELO
DEMING EN UN PROCESO DE
MANTENIMIENTO DE UNA EMPRESA MINERA
EN LA REGIÓN CAJAMARCA, 2020

Tesis para optar el grado **MAESTRO** en:

DIRECCIÓN DE OPERACIONES Y CADENA DE
ABASTECIMIENTO

Autor:

Uribe Apaza, Miguel Fortunato

Asesor:

Maestro. Ana Teresa La Rosa Gonzales Otoya

Cajamarca – Perú

2020

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo conocer la variación del nivel de efectividad bajo el modelo Deming en un proceso de mantenimiento de una empresa minera en la Región Cajamarca, 2020. La unidad de estudio estuvo conformada por el proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores de marca Caterpillar modelo D11R de una empresa minera, la técnica que se utilizó para la recolección de datos fue la observación directa y análisis documental, la cual contó con el instrumento registro para la variable individual efectividad. El estudio se apoyó en el enfoque cuantitativo, de diseño no experimental, transversal, descriptivo. Obteniendo como resultado que la efectividad sufre incrementos en cada una de las tres vueltas del ciclo Deming en 3.6%, 5.7% y 34.6% respectivamente. Se concluyó que la variación del nivel de efectividad bajo el modelo Deming en un proceso de mantenimiento de una empresa minera en la Región Cajamarca, 2020 incrementa en cada vuelta de este modelo, iniciando con un 39% hasta alcanzar un 83% en la tercera vuelta evidenciando un incremento del 44%.

Palabras claves: Efectividad, Modelo Deming, Proceso de mantenimiento, Empresa minera.

Abstract

This research aims to understand the behavior of the variation of effectiveness under the Deming model in a process of maintenance in a mining company in the Cajamarca Region, 2020.

The unit of study consisted of the maintenance process of final controls of a mining company's D11R tractor fleet, the technique used for data collection was direct observation and documentary analysis, which used the recording instrument for the individual effectiveness variable.

The study relied on the quantitative, non-experiment, transversal, descriptive approach to the quantitative, non-experimental design, non-technical approach. Obtaining as a result that effectiveness suffers increases in each of the three rounds of the Deming cycle by 3.6%, 5.7% and 34.6% respectively.

It was concluded that the behavior of the variation of effectiveness under the Deming model in a process of maintenance of a mining company in the Cajamarca Region, 2020 increases in each lap of this model starting with 39% to reach 83% in the third round showing an increase of 44%.

Keywords: Effectiveness, Deming Model, Maintenance Process, Mining Company.

Dedicatoria y Agradecimientos

Dedicatoria

Dentro del proceso de mi educación, este es mi tercer gran logro. Es mi deseo agradecer y dedicarle estas líneas a mi querida esposa Graciela por su amor, cariño, comprensión y apoyo permanente, por creer en mi capacidad además de su constante ánimo para seguir adelante. Ella me alienta a seguir mi segunda gran pasión: “enseñar”.

Especial dedicatoria a mi flaquita Rossmery, mi gran Luis Enrique y a la pequeña Katherine. Ellos son mis muy queridos hijos que constantemente me alentaron y fueron comprensivos con mis ausencias que el estudio ameritaba, contribuyeron en conjunto e incondicionalmente para lograr así, nuestras metas y objetivos propuestos. Hijos, los quiero muchísimo.

A mi padre y a mi madre, ambos me formaron en la calidez, cariño y comodidad de un hogar.

Miguel Fortunato Uribe Apaza.

Agradecimiento

A lo largo de estos años he desarrollado los siguientes estudios:

- año 2017: aumento hasta 13,000 horas de vida útil de los reductores de giro de las motoniveladoras 24H-CAT
- año 2018: aumento hasta 34,000 horas de vida útil de los mandos finales en los tractores de ruedas 844-CAT
- año 2019: aumento hasta 32,000 horas de vida útil de los mandos finales de los tractores de orugas D11R-CAT
- año 2020: aumento hasta 8,800 horas de vida útil de los cabezales de rotación en las perforadoras Pit Viper-Epiroc.

Durante el desarrollo de este trabajo ha sido de vital importancia el apoyo de personas e instituciones, el cual ha permitido el perfeccionamiento de su contenido día tras día, así como la validez del mismo al poder recopilar información histórica y valiosa para realizar un mejor análisis acorde a la realidad operativa de las máquinas con las que trabajo.

Agradezco a la Universidad Privada del Norte – UPN con sede en Cajamarca por brindarme la oportunidad de cursar los cursos de perfeccionamiento en Postgrado y en especial al Magister Miguel Cotrina quien acertadamente dirige.

A mis docentes a quienes les debo gran parte de mis conocimientos. Gracias por su paciencia y enseñanza.

Ana La Rosa	Luis Jungbluth
Jimmy Oblitas	Marcela Cornejo
Juan Llaque	Carlos Llanos
Ivan Saavedra	Miguel Santivañez
Karina Cardenas	Ronal Paredes
Jorge Calizaya	Alberto Mendoza
Renzo Vidal	Horacio Barrios
Carlos Culquichicon	Cristina Gil
Hobber Siccha	Shigueru Yoshioka
Patricia Kamisato	

Miguel Fortunato Uribe Apaza

Tabla de contenidos

Carátula	i
Resumen	ii
Abstract	iii
Dedicatoria y agradecimiento.....	iv
Tabla de contenidos	vi
Índice de tablas y figuras	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.1. Realidad problemática	1
I.2. Pregunta de investigación	5
I.3. Objetivos de investigación	5
I.3.1. Objetivo General.....	5
I.3.2. Objetivos específicos.....	6
I.4. Justificación de la investigación.....	6
I.5. Alcance de la investigación.....	6
II. MARCO TEÓRICO.....	8
II.1. Antecedentes.....	8
II.2. Bases Teóricas	11
II.2.1. Efectividad.....	11
II.2.2. Modelo Deming (ciclo PHVA).....	22
II.3. Definición de términos básicos.....	31
III. HIPÓTESIS	33
III.1. Declaración de la hipótesis	33
III.1. Operacionalización de variables.....	34
III.2. Propuesta de solución.....	35
IV. DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Y ANÁLISIS	37
IV.1. Diseño de la investigación.....	37
IV.2. Unidad de análisis.....	37
IV.3. Población.....	37
IV.4. Muestra	37
IV.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
IV.6. Métodos y procedimientos de análisis de datos.	38

IV.6.1. Método.....	38
IV.6.2. Procedimiento de análisis de datos	38
V. RESULTADOS.....	40
V.1. Situación actual proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota D11R	40
V.1.1. Descripción del proceso de mantenimiento de mandos finales D11R 40	
V.1.2. Estimación de la variable.....	48
V.2. Implementación de la mejora	51
V.2.1. Primera vuelta del ciclo Deming.....	51
V.2.2. Segunda vuelta Ciclo Deming.....	64
V.2.3. Tercera vuelta del ciclo Deming	77
V.3. Análisis descriptivo	91
V.3.1. Resultado de la dimensión Eficiencia.....	91
V.3.2. Resultado de la dimensión eficacia.....	98
V.3.3. Resultado de efectividad.....	99
VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	101
VII. RECOMENDACIONES.....	104
Referencias	105
Anexos	110

Índice de tablas y figuras

Índice de Tablas

TABLA 1. MARCOS DE MEJORA CONTINUA	3
TABLA 2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	34
TABLA 3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	37
TABLA 4. CODIFICACIÓN DE TRACTORES D11R	40
TABLA 5. PERSONAL NECESARIO PARA EL DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO.	41
TABLA 6. MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE MANDO FINAL.....	45
TABLA 7. ESTIMACIÓN DE RESULTADOS DE LA VARIABLE INDIVIDUAL	50
TABLA 8. MATRIZ DE DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	51
TABLA 9. OBJETIVOS PLANIFICADOS PARA LA PRIMERA VUELTA DEL CICLO DEMING	53
TABLA 10. MATRIZ 5H-2W PARA LA PRIMERA VUELTA DEMING	54
TABLA 11. MATERIALES PARA PROCESO DE INSTALACIÓN. PRIMERA VUELTA DEMING	58
TABLA 12. RESULTADOS OBTENIDOS VERSUS LA PLANIFICACIÓN DE FACTORES PARA LA PRIMERA VUELTA DEL CICLO DEMING	60
TABLA 13. ESTIMACIÓN DE RESULTADOS DE LA VARIABLE INDIVIDUAL	63
TABLA 14. MATRIZ DE DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	64
TABLA 15. OBJETIVOS PLANIFICADOS PARA LA SEGUNDA VUELTA DEL CICLO DEMING.....	67
TABLA 16. MATRIZ 5H-2W PARA LA SEGUNDA VUELTA DEMING	68
TABLA 17. MATERIALES PARA PROCESO DE INSTALACIÓN, SEGUNDA VUELTA DEMING.....	71
TABLA 18. RESULTADOS OBTENIDOS VERSUS LA PLANIFICACIÓN DE FACTORES PARA LA PRIMERA VUELTA DEL CICLO DEMING	73
TABLA 19. ESTIMACIÓN DE RESULTADOS DE LA VARIABLE INDIVIDUAL	75
TABLA 20. MATRIZ DE DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	77
TABLA 21. RESUMEN DE PARTICIPACIÓN DE PERSONAL EN EL PROCESO.....	80
TABLA 22. OBJETIVOS PLANIFICADOS PARA LA TERCERA VUELTA DEL CICLO DEMING	81
TABLA 23. MATRIZ 5H-2W PARA LA TERCERA VUELTA DEMING.....	81
TABLA 24. PERSONAL NECESARIO PARA EL DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO.	82
TABLA 25. MATERIALES PARA PROCESO DE INSTALACIÓN TERCERA VUELTA DEMING.	85
TABLA 26. RESULTADOS OBTENIDOS VERSUS LA PLANIFICACIÓN DE FACTORES PARA LA PRIMERA VUELTA DEL CICLO DEMING	87
TABLA 27. ESTIMACIÓN DE RESULTADOS DE LA VARIABLE INDIVIDUAL.....	89
TABLA 28. EFICIENCIA DE MANO DE OBRA	91
TABLA 29. EFICIENCIA DE MATERIALES.....	93
TABLA 30. EFICIENCIA DE COSTOS.	95
TABLA 31. EFICIENCIA DE TIEMPO.	97
TABLA 32. EFECTIVIDAD DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO	99

Índice de Figuras

FIGURA 1. EFECTIVIDAD, EFICIENCIA Y EFICACIA (CLAVES DEL ÉXITO)	12
FIGURA 2. MEJORA DE PROCESOS	14
FIGURA 3. MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS	15
FIGURA 4. FORMATO DE FICHA DESCRIPCIÓN DE PROCESO	16
FIGURA 5. ESQUEMA PARA ABORDAR LA MEJORA DE PROCESOS	18
FIGURA 6. REFLEXIONES PARA EL ANÁLISIS DEL PROCESO	22
FIGURA 7. MODELO DE MEJORA.....	24
FIGURA 8. CICLO DEMING (PHVA) CALIDAD	26
FIGURA 9. FASES DEL CICLO DEMING	27
FIGURA 10. DEMING CICLO PDCA	27
FIGURA 11. PASOS EN EL PROCESO DE REPARACIÓN DEL MANDO FINAL EN LA SITUACIÓN ACTUAL	42
FIGURA 12. DIAGRAMA DE PROCESOS DE OPERACIONES DESMONTAJE DE MANDO FINAL	44
FIGURA 13. DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO DE INSTALACIÓN	47
FIGURA 14. DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO	52
FIGURA 15. PASOS EN EL PROCESO DE REPARACIÓN DEL MANDO FINAL EN LA PRIMERA VUELTA DEL CICLO DEMING	55
FIGURA 16. DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE DESMONTAJE PRIMERA VUELTA DE DEMING	57
FIGURA 17. DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE INSTALACIÓN PRIMERA VUELTA DE DEMING.	59
FIGURA 18. COMPARACIÓN DE EFECTIVIDAD ENTRE SITUACIÓN ACTUAL Y PRIMERA VUELTA DEMING ...	63
FIGURA 19. DIAGRAMA DE GANTT PREVIO A LA SEGUNDA VUELTA DEMING	66
FIGURA 20. PASOS EN EL PROCESO DE REPARACIÓN DEL MANDO FINAL EN LA SEGUNDA VUELTA DEL CICLO DEMING	69
FIGURA 21. DIAGRAMA DE OPERACIONES DE LA SEGUNDA VUELTA DEMING.....	70
FIGURA 22. DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIONES DE INSTALACIÓN, SEGUNDA VUELTA DEMING. .	72
FIGURA 23. COMPARACIÓN DE EFECTIVIDAD ENTRE LA PRIMERA Y SEGUNDA VUELTA DEMING	76
FIGURA 24. DIAGRAMA DE GANTT PREVIO A LA TERCERA VUELTA DEMING.....	79
FIGURA 25. PASOS EN EL PROCESO DE REPARACIÓN DEL MANDO FINAL EN LA TERCERA VUELTA DEL CICLO DEMING	83
FIGURA 26. DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIONES DE DESMONTAJE EN LA TERCERA VUELTA DEL CICLO DEMING	84
FIGURA 27. DIAGRAMA DE PROCESOS DE OPERACIONES DE INSTALACIÓN EN LA TERCERA VUELTA DEL CICLO DEMING	86
FIGURA 28. COMPARACIÓN DE EFECTIVIDAD ENTRE LA SEGUNDA Y TERCERA VUELTA DEMING.....	90
FIGURA 29. MANO DE OBRA	92
FIGURA 30. EFICIENCIA DE MANO DE OBRA.....	92
FIGURA 31. MATERIALES (TIPOS DE ÍTEMS UTILIZADOS).....	94
FIGURA 32. EFICIENCIA DE MATERIALES	94
FIGURA 33. <i>COSTOS DE MANTENIMIENTO DE MANDOS FINALES D11R</i>	95
FIGURA 34. <i>EFICIENCIA DE COSTOS</i>	96
FIGURA 35. <i>TIEMPO UTILIZANDO EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE MANDO FINAL DE D11R</i>	97
FIGURA 36. EFICIENCIA DE TIEMPO	98
FIGURA 37. EFECTIVIDAD DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO.....	100

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Realidad problemática

En la actualidad el sector industrial busca de manera competitiva una mejora continua en sus procesos que los lleve a disminuir tanto en costos como en la utilización de recursos generando así mayor efectividad y rentabilidad para las compañías. Lo cual nos lleva a un análisis más profundo acerca de cómo se realizan los trabajos en todas las áreas de la misma.

La actividad minera es una de las principales actividades económicas en el mundo por lo cual se ha convertido en un reto constante lograr una mayor eficiencia en la utilización de sus recursos, debido a esto emplean grandes esfuerzos en sus principales operaciones para lograr optimizar sus recursos. Adicionalmente, las empresas mineras enfrentan nuevos retos como son el alza de los costos de producción, mayor rigidez en la normativa medioambiental y la inflación salarial. Por otro lado, las empresas mineras con operaciones a nivel mundial consideran que es fundamental la innovación para incrementar la sostenibilidad y generar una minería de alto rendimiento. Empresas como Codelco tiene como prioridades “aumentar la productividad, mejorar la seguridad y la salud ocupacional y disminuir los costos de explotación” y para ello posee una política de investigación en la cual invierte anualmente para asegurar tecnologías que le permita mantenerse a la vanguardia dentro del sector minero. (OMPI Minería, 2015, párrafo 8)

A nivel de Latinoamérica, empresas como Finning Chile apostaron por implementar un programa de mejora dentro de esta. Se efectuó el programa “Winning Together” para camiones 797F “con el objetivo de optimizar disponibilidad, productividad, seguridad y reducción de costos”. Este programa fue exitoso, logrando sus objetivos planteados y otros adicionales, como el aumento de confiabilidad, efectividad y la reducción de requerimiento de mano de obra, brindándole mayor competitividad en el mercado. Finning expresa que “los resultados en Chile han sido mejores que los que exhiben a la fecha el resto de los dealers comprometidos con esta iniciativa”. (Portal Minero, 2018, párrafo 9)

Según El Ministerio de Energía y Minas (2019), en enero de 2019, en el Perú existen 665 unidades mineras de producción metálica y no metálica que registraron actividad de producción. El Perú se encuentra ubicado dentro de los primeros productores de minerales como el oro, plata, cobre, plomo, zinc, hierro, estaño, molibdeno, telurio entre otros por lo cual es considerado un país minero por su abundancia de recursos y la capacidad de producción. (págs. 13-15)

Debido a la fluctuación de precio y oferta de los minerales después de la fase ascendente del ciclo del precio de los metales. Las compañías se vieron obligadas a retomar el interés por sus niveles de productividad redefiniendo estrategias de costos, eliminando las prácticas ineficientes, optimizar el manejo de los recursos, continuar invirtiendo en innovación y tecnología. (Osinergmin, 2017, págs. 103, 263)

En la región norte del Perú encontramos varias operaciones mineras de extracción de Plata, Zinc, Cobre y Oro. “Existen conflictos socio-ambientales que se han desarrollado en torno a este sector extractivo que están vinculados a los cambios climáticos. Llevando a las organizaciones a realizar nuevas prácticas y procedimientos en torno a sus operaciones” (Damonte, 2016, págs. 403-444)

En Cajamarca, a más de 3500 metros sobre el nivel del mar y a 800 kilómetros al norte de Lima, una empresa minera ejecuta sus operaciones, la cual debido a los conflictos sociales no permitió el crecimiento de sus operaciones con nuevos proyectos que no recibieron la aprobación social durante el año 2011. Esto originó que la empresa determine la optimización de costos en todas las áreas operativas, parte del proceso productivo es el área de mantenimiento de equipos gigantes. Maximizando sus oportunidades de creación de valor en sus operaciones, proyectos, reservas, propiedades de exploración y exigencia del talento humano de clase mundial. Desarrollando sus proyectos de explotación de oro y sulfuros hasta el año 2027 y 2040 respectivamente, los cuales se encuentran dentro de su área operativa.

El mantenimiento de equipos mineros en la unidad minera constituye una de las principales operaciones ya que busca asegurar la disponibilidad constante de los equipos en un estado de funcionamiento óptimo dentro de sus operaciones. Barros-Leal y Martínez-Espinosa (2018), afirman que desarrollar una cultura de mantenimiento de los equipos determinados como críticos dentro del sistema garantiza un mejoramiento de manera efectiva en el proceso, estableciendo las acciones necesarias dentro de la gestión para que no se generen gastos innecesarios que afecten la rentabilidad de la empresa. (pág. 23)

En la empresa minera la necesidad de un sistema de gestión de mantenimiento es de importancia para mantener el proceso productivo, debido a esto cuenta con un área de mantenimiento encargada de todos los equipos que se usan en el proceso productivo de sus actividades (camiones, motoniveladoras, perforadoras, tractores, palas, etc), teniendo como objetivo principal la disponibilidad y funcionamiento de los mismos dentro de las operaciones. Para esto cuenta con procesos ya implementados y personal capacitado en temas de mantenimiento dependiendo de sus especializaciones.

Para el mantenimiento de los mandos finales de los tractores de orugas Caterpillar D11R que forman parte de flota auxiliar de la empresa, se contaba con un procedimiento que incluía los siguientes pasos: enviar a la ciudad de Lima el componente que necesitaba reparación el cual regresaba en un periodo de un mes y medio aproximadamente para ser almacenado y usado cuando fuera necesario un cambio del mando final en la flota tractores, a su vez el área de mantenimiento hacía un cambio del mando final debido que en la operación minera necesita estos equipos de los diferentes tajos, botaderos y accesos en operación. El proceso de mantenimiento de remoción e instalación del mando final se realizaba en 24 horas y generaba un costo de alrededor de 205,202.00 soles por cada mando final. Durante el 2014 al 2017 se realizaron 24 cambios de mandos finales.

Debido a la búsqueda de disminuir los costos la empresa se vió en la necesidad de intentar hacer el mantenimiento en sus instalaciones con sus propios recursos (materiales, herramientas, personas e instalaciones), obteniendo en el primer intento un proceso compuesto de 34 actividades con un total de 32 horas y 32 items utilizados, generando un costo total de 7,723.28 soles considerado como un costo operativo muy alto, lo que llevó a implementar procedimientos que buscaban una mejora continua para poder alcanzar al máximo los niveles de efectividad en temas económicos y de recursos en el proceso de mantenimiento de mandos finales de los tractores de orugas D11R.

Se determinó que la mejora continua bajo el modelo Deming es el más adecuado para estudiar la efectividad en el proceso de mantenimiento ya que su aplicación es amplia. A continuación, se presenta el modelo Deming y otros marcos de mejora continua y sus razones de descarte o aceptación.

Tabla 1.

Marcos de mejora continua

	Concepto	Razón de descarte o aceptación
Modelo Deming	El modelo de mejora continua planteado por Deming se desarrolla en cuatro fases: planificar, hacer, verificar y actuar. El objetivo es proporcionar una mejora continua y estable. Es particularmente aplicable y adecuado "para la gestión del servicio que otros" modelos. Está "orientado a procesos, donde se aplican los procesos definidos, se	El modelo Deming y el propósito base de este estudio es establecer un modelo de mejora continua para incrementar el nivel de efectividad en el proceso de mantenimiento de una empresa. Este modelo de mejora continua es amplio y permite usar las herramientas

	miden las actividades para comprobar su conformidad con los valores esperados y se auditan las salidas para validar y mejorar el proceso". (Office of Government Commerce, 2010, págs. 29-30)	que mejor se ajusten a la empresa y proceso a demanda. Por esta razón y por su afinidad y éxito con procesos de servicio y a pedido, se acepta el modelo.
Lean Manufacturing	La manufactura esbelta se enfoca en la reducción de desperdicios, reducción de tiempos de ciclo al eliminar operaciones que no generen valor y garantizar un flujo continuo de material. Las herramientas Lean son Kanban, 5S, SMED, Heijunka, TPM y Jidoka, además se debe generar un VSM para proceder con la aplicación. Su aplicación es a líneas de "fabricación en serie, línea o repetitiva, en operaciones donde se producen lotes de productos estándar a elevada velocidad y un gran volumen, moviéndose los materiales en flujo continuo." (Rajadell & Sánchez, 2011, págs. 5-7)	Si bien el enfoque Lean Manufacturing y el presente estudio tienen por objetivo eliminar operaciones que no generen valor, la aplicación de este enfoque es a líneas de producción continua. El proceso de mantenimiento de la empresa minera no responde al mantenimiento preventivo (que es cíclico), sino al mantenimiento correctivo (a demanda). Este proceso no se ajusta a la continuidad del flujo de materiales que describe el enfoque Lean Manufacturing. En conclusión, se descarta.
Six Sigma	Esta metodología se enfoca en garantizar un alto nivel de calidad tras la eliminación de defectos en un proceso y asegurar la satisfacción al cliente. (Eckes, 2006, pág. 27) Se compone de 5 pasos: "definir oportunidades, medir el sistema, analizar oportunidades, mejorar el sistema, controlar el sistema." En la mayoría de casos, Six Sigma requiere aplicarse en procesos que generen ingresos y no en aquellos que produzcan costos. (Miranda L. N., 2006, pág. 12)	Si bien los cinco pasos de Six Sigma toma como al modelo Deming, no aplica aquí ya que no se producen defectos en el proceso. Por otro lado, el objetivo de hacer el proceso más eficaz (y por ende más efectivo) pero en este caso la eficacia es lograda por completo. Asimismo, el enfoque Six Sigma se centra en la reducción de la variabilidad del proceso. En conclusión, se descarta.

Método de los 7 pasos	Este enfoque está basado en los círculos de calidad, el cual analiza el proceso e identifica aquellos factores que perjudican la actividad productiva. Consiste en siete pasos: 1) selección del problema y del tema, 2) diagnóstico de la situación actual y establecimiento de objetivos, 3) planear actividades, 4) análisis de causas, 5) considerar e implementar contramedidas, 6) verificación de resultados y 7) estandarizar y establecer el control. (Dhumal, Lad, & Teli, 2015, pág. 4)	El método de los 7 pasos y el modelo Deming son casi sinónimos pero el método de 7 pasos limita a que el esquema de desarrollo de la mejora continua cumpla con esta serie específica de desarrollo de mejora. En conclusión, se descarta.
------------------------------	--	--

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo a lo mencionado la presente investigación estuvo enfocada en estudiar la variable Efectividad bajo el modelo Deming, que ayudó a comprender la necesidad de la mejora continua para lograr la efectividad en el proceso de mantenimiento de mando final de los tractores D11R de una empresa minera en la región Cajamarca.

I.2. Pregunta de investigación

¿Cuál es la variación del nivel de efectividad bajo el modelo Deming en un proceso de mantenimiento de una empresa minera en la Región Cajamarca, 2020?

Preguntas específicas:

¿Cuál es la variación de los indicadores de la eficiencia en el proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores D11R de una empresa minera?

¿Cuál es la variación de la eficacia en el proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores D11R de una empresa minera?

I.3. Objetivos de investigación

I.3.1. Objetivo General

Conocer la variación del nivel de efectividad bajo el modelo Deming en un proceso de mantenimiento de una empresa minera en la Región Cajamarca, 2020

I.3.2. Objetivos específicos

Conocer cuál es la variación de los indicadores de la eficiencia en el proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores D11R de una empresa minera.

Conocer cuál es la variación de la eficacia en el proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores D11R de una empresa minera.

I.4. Justificación de la investigación

La empresa debe estar en constante búsqueda de mejora en sus procesos para que estos sean más efectivos y alcancen los objetivos organizacionales. Para que el proceso de mantenimiento de mando final sea más efectivo, se necesita evaluar la eficacia y eficiencia y posteriormente implementar un ciclo de mejora continua.

La presente investigación encuentra su justificación teórica en los conocimientos brindados en la aplicación del modelo Deming en los procesos de mantenimiento en el sector minero para incrementar la efectividad en las compañías. Además, se basa en herramientas relacionadas a esta metodología tales como diagrama de Ishikawa, matriz 5W, diagrama de Gantt y check list de verificación.

La presente investigación encuentra su justificación práctica en que ayudará a conocer el nivel de efectividad bajo el modelo Deming en un proceso de mantenimiento de una empresa minera en la región Cajamarca a través de herramientas de mejora continua. De esta forma, al final del proceso de mejora continua la empresa obtiene una mayor competitividad al usar menor cantidad de materiales y disminuir sus costos en la reparación del mando final en los tractores de oruga D11R. Asimismo, este estudio sirve como punto de partida para futuras mejoras en la empresa, tanto en este proceso específico o en procesos similares.

I.5. Alcance de la investigación

El alcance de la presente investigación es descriptivo. Descriptivo porque especifica las características y propiedades de la variable analizada de forma independiente.

Los estudios descriptivos son caracterizados por especificar las propiedades, características y perfiles; mediante la medición y recolección de datos que a su vez reportan información sobre diversos conceptos, variables, aspectos, dimensiones o componentes del problema a investigar. Sirven fundamentalmente para mostrar con precisión los ángulos y dimensiones de un fenómeno, suceso, situación, entre otros. (Hernández & Mendoza, 2018, págs. 92-101)

El alcance de la presente investigación abarca posteriores escenarios que puedan presentarse en uno o más procesos de mantenimiento de una empresa minera.

II. MARCO TEÓRICO

II.1. Antecedentes

En lo referente al modelo Deming y el nivel de efectividad existen diversas investigaciones realizadas tanto a nivel internacional, nacional y local. Las cuales brindaron un marco referencial para el desarrollo de la presente investigación.

A nivel internacional de acuerdo al trabajo de investigación *Rediseño de procesos utilizando las herramientas técnicas alineadas al enfoque Harrington y ciclo PHVA*, de Ocaña, Lara, Mayorga y Saá (2017) cuyo objetivo fue rediseñar los procesos mediante una metodología que presente herramientas técnicas. Estudio de enfoque cualitativo La población de la investigación son todos los procesos operativos (8) de la empresa y la muestra son estos 8 procesos operativos. Para tal rediseño de procesos se utilizaron instrumentos como diagramas de causa efecto, diagrama de ciclo de procesos y matriz resumen, se recolectaron datos, se cuantificaron mediante fórmulas sencillas con ponderaciones además se realizó regla de tres simple que permitió observar los indicadores para realizar un diagnóstico actual de los procesos y proponer alternativas de mejora alineados a Harrington y al ciclo de Edward Deming. Como resultado se determinó que la utilización de herramientas técnicas es un punto positivo para la mejora de procesos mediante el rediseño de los mismos. Sin embargo, esta puede presentar inconvenientes si no se forma un equipo de trabajo adecuado para su desarrollo. Esta propuesta debe tomar en consideración alinear los objetivos del proceso con los de la empresa determinando los tiempos actuales del proceso a su vez identificar las actividades que necesitan mayor atención por el esfuerzo dedicado a estas y establecer las condiciones de mejora. (págs. 1-8)

Lemaitre (2018) en su investigación titulada *Propuesta de aplicación del método Deming en el mejoramiento continuo para la optimización de procesos de explotación en empresa la empresa SERMISUD en la ciudad de Sucre*, publicado por Universidad Andina Simón Bolívar, Sucre, Bolivia. Cuyo objetivo fue desarrollar una estrategia sustentada en el método Deming y el mejoramiento continuo que permita a la Empresa SERMISUD S.A. contar con un proceso de explotación de Yeso más eficiente de lo que se hace actualmente, al utilizar de manera más apropiada la información generada por el Sistema de Planificación de los Recursos Empresariales (ERP). La investigación es del tipo descriptivo teniendo un método inductivo - deductivo, histórico - lógico e hipotético - deductivo. Se usaron como instrumentos la entrevista para las personas que tienen acceso a la alimentación del sistema de planificación de los Recursos Empresariales (ERP) y la encuesta para los trabajadores que se ven afectados por el sistema ERP.

Como resultado de la aplicación del método Deming y el mejoramiento continuo se tiene un manejo más eficiente de la información generada por el Sistema de Planificación de los Recursos Empresariales (ERP) al aportar información confiable, clara y oportuna de los distintos procesos de explotación de materias primas para la toma de decisiones donde destacan la reducción de tiempos operativos, eliminación de procesos repetitivos, mejor planificación de los recursos, visibilidad de la información en toda la empresa y un aumento en la capacidad de procesamiento de la información. (págs. 4, 91)

Villamar (2016) en su investigación *Modelo de gestión de calidad para el mejoramiento en la fabricación de cocinas a gas en la ciudad de Guayaquil* publicado por Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Cuyo objetivo fue analizar los factores que dificultan la gestión de los procesos productivos aplicando un modelo de gestión de calidad para el mejoramiento en la fabricación de cocinas a gas a partir de la medición. Estudio de enfoque cuantitativo, el método empleado fue el inductivo - deductivo. Como técnicas de recolección de datos se usó la observación directa, para el procesamiento de datos usó mapas de procesos, diagrama de Pareto y análisis de causa y efecto. Como resultado el modelo de gestión propuesto y sus herramientas de control permitió mejorar la eficiencia y productividad de los procesos, a su vez el análisis estadístico asegura la mejora de la calidad del producto. (págs. 3-21, 42)

A nivel nacional la investigación *Implementación del ciclo de mejora continua Deming para mejorar la productividad en el área de logística de la empresa de confecciones KUYU SAC de Grados y La Rosa* (2016). Cuyo objetivo fue determinar de qué manera la implementación del ciclo de Deming mejora la productividad en el área logística de la empresa de confecciones KUYU SAC. Estudio de enfoque cuantitativo y diseño cuasi experimental, con una muestra de 11 despachos que correspondió a un periodo de 3 meses. Se usaron como instrumentos fichas de observación para cada una de las variables. Como resultado se determinó la variación de los índices de eficiencia, eficacia y productividad después de la implementación obtuvieron incrementos en 6.25%, 8.4% y 16.8% respectivamente. Demostrando que la implementación del ciclo Deming mejora la productividad del área logística en la empresa KUYU SAC. (págs. 1-12)

Castillo (2016) en su investigación *Propuesta de mejoramiento continuo para incrementar la efectividad en el área de operaciones de la empresa SAKURA SA*, publicada por la universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. Cuyo objetivo fue mejorar la efectividad mediante la propuesta de mejoramiento continuo en el área de operaciones de la empresa Transportes Sakura S.A. Estudio de diseño

experimental y método deductivo, con una muestra de todas las efectividades del área de operaciones del año 2015 de la empresa de transportes Sakura SA. Se usaron como instrumentos las fichas de registro, cuestionarios y ficha bibliográfica. Como resultado, las efectividades del año 2015 y 2016 del área de operaciones de la empresa "Transportes Turísticos Sakura S.A. fueron 1.51% y 1.71% respectivamente lo cual nos dio un incremento del 13.22%, demostrándose así el logro del mejoramiento de la efectividad de dicha área. (págs. 4-6, 84)

Ñaña (2018) en su investigación titulada *Metodología PHVA para mejorar la productividad en una empresa maderera*, publicada por la Universidad Peruana de los Andes, Huancayo, Perú. Cuyo objetivo fue determinar de qué manera la metodología PHVA mejora la productividad en el área de producción de la empresa. El estudio es aplicado, de nivel descriptivo - explicativo y de diseño cuasi experimental teniendo como muestra la producción de 136 roperos en un periodo de 2 meses antes y 16 después de la aplicación de la metodología PHVA. Se usaron como instrumentos ficha de registro, toma de tiempos, diagrama del proceso, diagrama de análisis del proceso, ficha técnica y check list. Obteniendo como resultado que la aplicación de la metodología PHVA en el área de producción de la empresa maderera DISCOPHER SAC mejora la productividad, eficiencia y eficacia significativamente incrementando en 20.4%, 11.22% y 12.13% respectivamente. (págs. 38, 84)

Calderón (2019) en su investigación *Aplicación del ciclo de DEMING para incrementar la productividad reduciendo las mermas de preformas de bebidas gasificadas en Arca Continental Lindley, planta Trujillo*, publicada por la Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. Cuyo objetivo fue demostrar la influencia de la aplicación del ciclo Deming para incrementar la productividad reduciendo las mermas de preformas de bebidas gasificadas en la empresa Arca Continental Lindley, Planta Trujillo. El estudio fue de diseño pre experimental con pre prueba y post prueba, con una muestra de mermas de tapas plásticas durante el periodo 2016-2018. La técnica para recopilar datos fue la observación directa, investigación documentaria y actas de reuniones. Como resultado la implementación del ciclo de mejora continua Deming en la empresa Arca Continental Lindley, Planta Trujillo permitió mejorar las áreas operacionales y áreas funcionales y mediante los parámetros de mejora continua (Disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad) reduciendo las mermas de preformas de 0.81% (2016) a 0.17% (2018), lo que representan 2,383.567.98 unidades (2016) a 432,102.09 unidades (2018) ahorrando de S/ 252,658.21 (2016) a S/ 45,802.82 (2018) considerados antes y después del establecimiento del nuevo sistema determinando que los valores son de mayor eficiencia. (págs. 13-16, 53)

En el ámbito local, la tesis *La mejora continua y su impacto en la productividad de la empresa de confecciones Inversiones Imperial SAC* de Cusco y Sánchez (2019), publicado por la Universidad Privada Del Norte, Sede Cajamarca, Perú al finalizar el estudio. Cuyo objetivo fue determinar el impacto de la mejora continua en la productividad de la empresa de confecciones Inversiones Imperial SAC. Investigación pre-experimental y diseño correlacional, con una muestra de las áreas de producción de la empresa IISAC. Se usaron como instrumentos fichas, diagramas de flujo, y documentos de la empresa. Como resultado se determinó que el impacto de la gestión de la mejora continua en la productividad de la empresa IISAC es positiva ya que incrementó en un 54.27% y la rentabilidad aumentó en 16% además de que se logró cambios en el ciclo de proceso, tiempo ocioso y porcentaje de utilización de operario, así como la productividad laboral que incrementó en 54.27%. (págs. 29-30, 91)

Verástegui (2018) en su investigación titulada *Diseño de la metodología del ciclo Deming (PHVA) de mejora continua para elevar el nivel de servicio al usuario en el departamento de registro y orientación de SAT Cajamarca*, publicada por la Universidad Privada Del Norte, Sede Cajamarca, Perú. Cuyo objetivo fue diseñar la metodología del ciclo Deming (PHVA) de la mejora continua para elevar el nivel de servicio al usuario en el departamento de registro y orientación al contribuyente del SAT Cajamarca. Investigación de diseño no experimental y descriptivo, con una muestra de 47 personas. Como resultado la metodología del ciclo Deming (PHVA) permite desarrollar instrumentos para la mejora continua e incrementar el nivel del servicio al usuario logrando optimizar el uso de recursos, delimitando las actividades, procesos e instrumentos, a su vez permite incrementar la productividad en base a la competitividad de la organización y la adaptación a los avances tecnológicos. (págs. 34, 95)

II.2. Bases Teóricas

II.2.1. Efectividad

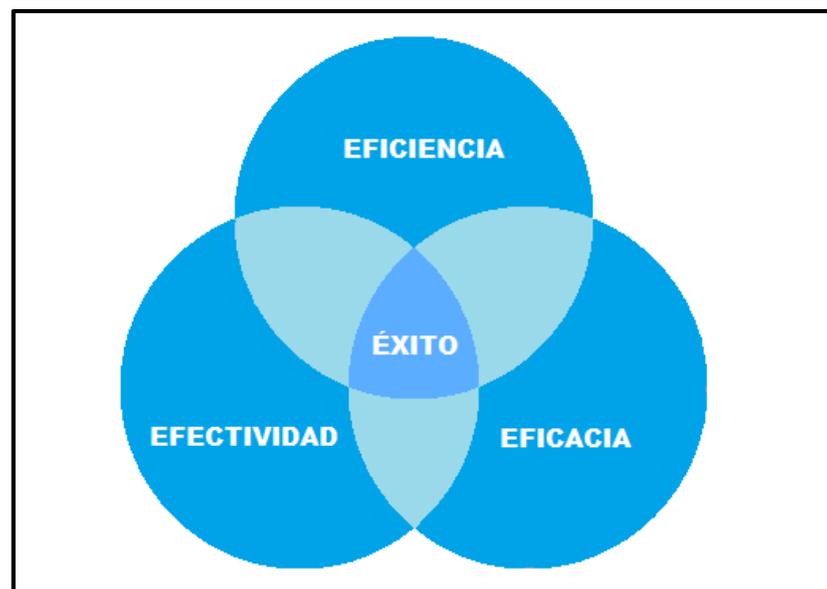
“La efectividad expresa el grado de cumplimiento en volumen, de los objetivos, metas, estándares, entre otros” (Baca, Cristóbal, & Gutiérrez, 2014, pág. 86)

La efectividad dentro de las empresas se refiere al grado de cumplimiento de los objetivos planteados por la organización, tomando en cuenta el desempeño general del proceso de producción definiéndose como hacer bien las cosas correctas, lo que lleva a afirmar que esta tiene que ver con que cosas se hacen y cómo se hacen estas. Llevando a decir hacer las cosas de forma eficiente y eficaz. (Hatch, 2019, párrafo 8)

La efectividad dentro de las organizaciones básicamente busca lograr la competitividad y productividad de estas siendo el resultado de la eficacia y eficiencia, ya que se logra una vez que se hayan entendido y aplicado estos conceptos de manera correcta. Para lo cual es necesario que las organizaciones implementen una gran variedad de técnicas y herramientas. (Mejía, 2014, párrafo 5)

Figura 1.

Efectividad, Eficiencia y Eficacia (Claves del éxito)



Fuente. Hatch (2019)

En la Figura 1, se muestra tanto la efectividad, eficiencia y eficacia como las claves del éxito dentro de las compañías y organizaciones. Es determinante para las organizaciones poner énfasis en los tres componentes que se observan para construir el éxito.

Bolívar (2015) afirma que la efectividad tiene que ver con que cosas se hacen y como se hacen esas cosas. Esta se diferencia de la eficiencia y la eficacia ya que solamente se centran en aspectos parciales. En cambio, la efectividad persigue encontrar un término medio que será el punto ideal entre la eficiencia y eficacia. Ya que la eficiencia solo se centra en hacer algo lo mejor posible y la eficacia lograr el resultado sin tomar en consideración el uso de los recursos. (párrafo 6)

Uriarte (2019) afirma que la efectividad es la cuantificación o la capacidad específica de acercarse al cometido que se plantea inicialmente (metas, objetivos). Referido al grado de cumplimiento de los objetivos planteados tomando en cuenta

el desempeño general de toda la cadena de producción. La efectividad engloba la eficacia y eficiencia. Como principio la efectividad busca el balance entre los efectos positivos y negativos de los resultados buscando orientar la estrategia para reorientar los efectos negativos buscando la excelencia. (sección de Efectividad en la administración)

La efectividad es la capacidad de producir el efecto, poniendo todos los esfuerzos en las tareas más relevantes de las organizaciones para lograr el cumplimiento de los objetivos y obtener el mayor beneficio, haciendo que las demás tareas sean una segunda prioridad. (Kozhuharov, 2017, pág. 43)

Proceso

Un proceso de negocio se define como una cadena de actividades que tiene como objetivo final la producción de una salida específica para un cliente particular o un mercado. A su vez también se le considera una colección de actividades que va a requerir de uno o más tipos de entradas y crea una salida que genera valor para el cliente. (Kumar, 2018, pág. 65)

El proceso industrial está definido como aquel que comprende todo el desarrollo sistemático compuesto por una serie de pasos ordenados u organizados, que se efectúan o suceden de forma alternativa o simultánea que tienen una relación estrecha y su propósito es llegar a un resultado preciso. Buscando un aprovechamiento eficaz de los recursos naturales que se convertirán en materiales, herramientas y sustancias que sean capaces de satisfacer más fácilmente las necesidades de los seres humanos y por ende mejorar su calidad de vida. (Salazar, 2019, párrafo 2)

Es un método de producción que busca crear bienes a través de la combinación de suministros, ingredientes o materias primas utilizando una fórmula o receta. Es usada con frecuencia en industrias que producen grandes cantidades de productos ya sea alimentos, petróleo refinado, gasolina, productos farmacéuticos, productos químicos y plásticos. El proceso de fabricación se basa en el flujo de pasos secuenciales lo que significa que al finalizar un paso este conduce al inicio del siguiente. Actualmente los fabricantes confían en herramientas y software de seguimiento y programación para mantener la máxima eficiencia operativa. (Rouse, 2020, párrafo 3)

Appian (2017) afirma que el proceso es definido como cualquier conjunto de actividades que son realizadas por una organización iniciada por un evento, transformando la información, materiales o compromisos comerciales llegando a producir un resultado que es valorado por el cliente en algunos casos estas salidas

son valoradas y necesarias para otros procesos. Al buscar alinear los procesos con los objetivos estratégicos de una organización, el diseño y la implementación se habla de la gestión de procesos. (párrafo 3)

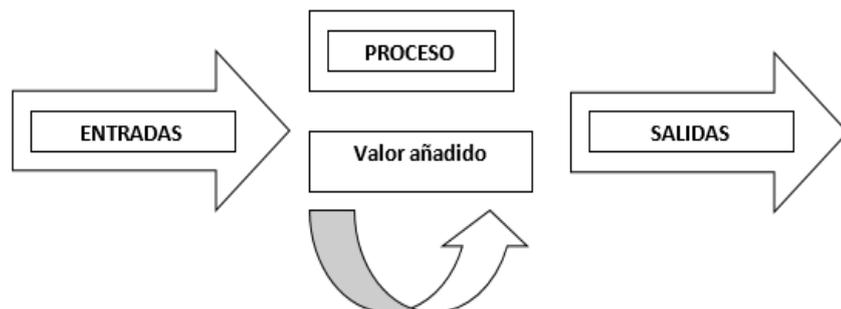
Weske (2012) define que el ciclo de un proceso está constituido por fases que están relacionadas entre sí, estas están organizadas de forma cíclica que lleva a mostrar sus dependencias dentro del ciclo las cuales deben ejecutarse. Es importante el diseño de las actividades de desarrollo que se encuentran dentro de cada una de las fases teniendo enfoques incrementales y evolutivos. (pág. 121)

Los procesos son considerados como el alma de la organización, el diseño de los procesos comerciales lleva a las organizaciones a lograr grandes mejoras en la productividad que pueden reflejarse en entregas más rápidas al cliente, tiempos de ciclo más cortos y efectivos para el negocio, ahorro en la mano de obra necesaria dentro del proceso. Muchas organizaciones que no cuentan con un proceso esperan que la gente sepa como funcionan las cosas y siguen la rutina. Sin embargo para poder analizarlo es necesario tener una descripción del proceso, esto permite encontrar las inficiencias en él, e incluso hacer mejoras. Los procesos sirven para reflexionar por que las cosas se hacen de cierta manera. (Kumar, 2018, pág. 48)

El proceso se define como aquel donde es necesario tener la identificación clara de las entradas y salidas del sistema así como la relación que tienen estas actividades entre si para lograr el resultado deseado, para esto es necesario la utilización de diversos recursos para lograr la transformación y a su vez para lograr cumplir los requisitos del cliente interno o externo se busca agregar el valor añadido como se muestra en la figura 2. (Figueroa, 2014, pág. 3)

Figura 2.

Mejora de procesos.



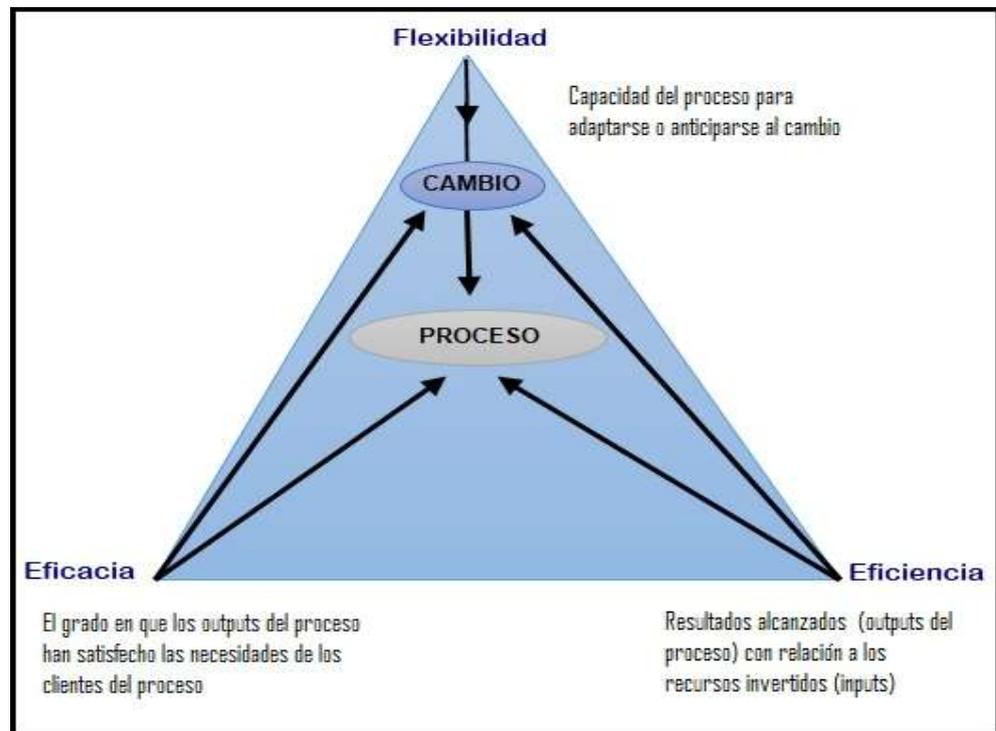
Fuente. Figuerola (2014)

Para la creación de valor de un proceso es necesario medirlo mediante el análisis de diversos parámetros como los siguientes: la eficacia, la eficiencia y la flexibilidad o adaptabilidad que se refiere a al capacidad de cambio y anticipación. Básicamente los indicadores pueden medir los resultados de los procesos o de las actividades y tareas que lo componen, siendo su función anticipar que resultados se obtendrán. (Martín, 2006, págs. 31-32)

En la Figura 3 se muestra en forma piramidal la necesidad de cambio del proceso en base a la flexibilidad definida como la capacidad que tiene el proceso para adaptarse o anticiparse al cambio. En la base se muestra la eficacia y la eficiencia las cuales son definidas como el grado en que los outputs del proceso han satisfecho las necesidades de los clientes y los resultados alcanzados (outputs) del proceso con relación a los recursos invertidos (inputs).

Figura 3.

Medición, análisis y mejora de procesos.



Fuente. Martín (2006)

Ficha descripción de un proceso

“El modelo de un proceso es una representación formal de una serie de actividades que son necesarias de realizar en un orden específico para lograr un objetivo” (Kumar, 2018, pág. 64)

Para realizar una ficha descripción de un proceso es necesario como primer paso identificar los grandes procesos (macroprocesos), así como los procesos que los componen (subprocesos), para esto es necesario describir de forma exhaustiva los procesos claves. (Martín, 2006, pág. 35)

Martín (2006) afirma que la definición en detalle de los procesos deben ser realizados utilizando fichas consideradas como modelos normalizados , buscando que esta de homogeneidad en la documentación. (pág.36)

Figura 4.

Formato de ficha descripción de proceso.

ÁREA ECONÓMICA			
Título del proceso	TÍTULO: Gestión de subvenciones del CAMP		Código: PG-02-01
			Paginación de procedimiento Hoja 1 de 3
	Revisado por: Ramiro Fuentes, Técnico Sección Económica		Fecha: 04-04-03
	Aprobado por: Josefina Carros, Jefe de Sección Económica		Nombre de la unidad administrativa responsable del proceso
Personas responsables de la revisión y aprobación del proceso	ÍNDICE: 1. OBJETIVO 2. ALCANCE 3. NORMATIVA APLICABLE 4. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO 4.1. Solicitud de subvenciones 4.2. Gestión económica de subvenciones 5. FLUJOGRAMA 6. INVENTARIO DE DOCUMENTOS Y FORMATOS 7. INDICADORES		
Índice de contenidos: Objetivo, alcance, normativa aplicable, descripción del proceso, flujograma, inventario de documentos y formatos e indicadores	Fecha y paginación de la edición Código de proceso PG-XX.YY, donde: XX: Grupo de dos dígitos que identifican el apartado de la norma de referencia que aplica, YY: Grupo de dos dígitos que identifica el número secuencial del proceso de entre los que complementan el mismo capítulo.		
Modificaciones: Cambios realizados sobre versión anterior	Modificaciones respecto a la versión anterior • No procede		
	Versión Número de edición del documento. Cada revisión que implique modificación, será una nueva edición.		

Fuente. Martín (2006)

En la Figura 4 se aprecia un formato de ficha de descripción del proceso la cual toma en consideración los siguientes parámetros: título de proceso, codificación del proceso, versión, área económica, paginación del procedimiento, fecha de

paginación, personas responsables de la revisión y aprobación del proceso, índice de contenidos y modificación.

Mejora de procesos

La mejora de procesos está considerada como esencial para los negocios que quieren lograr una alta competitividad en la economía globalizada. El primer paso es la identificación de los procesos de los negocios para que puedan ser mejorados logrando que sean eficientes y eficaces y que la organización pueda crecer o expandirse. Se inicia con la corrección de los problemas dentro de los procesos que han sido identificados y que podrían ser mejorados. Se busca a su vez la reducción de costos. (Figuerola, 2014, pág. 1)

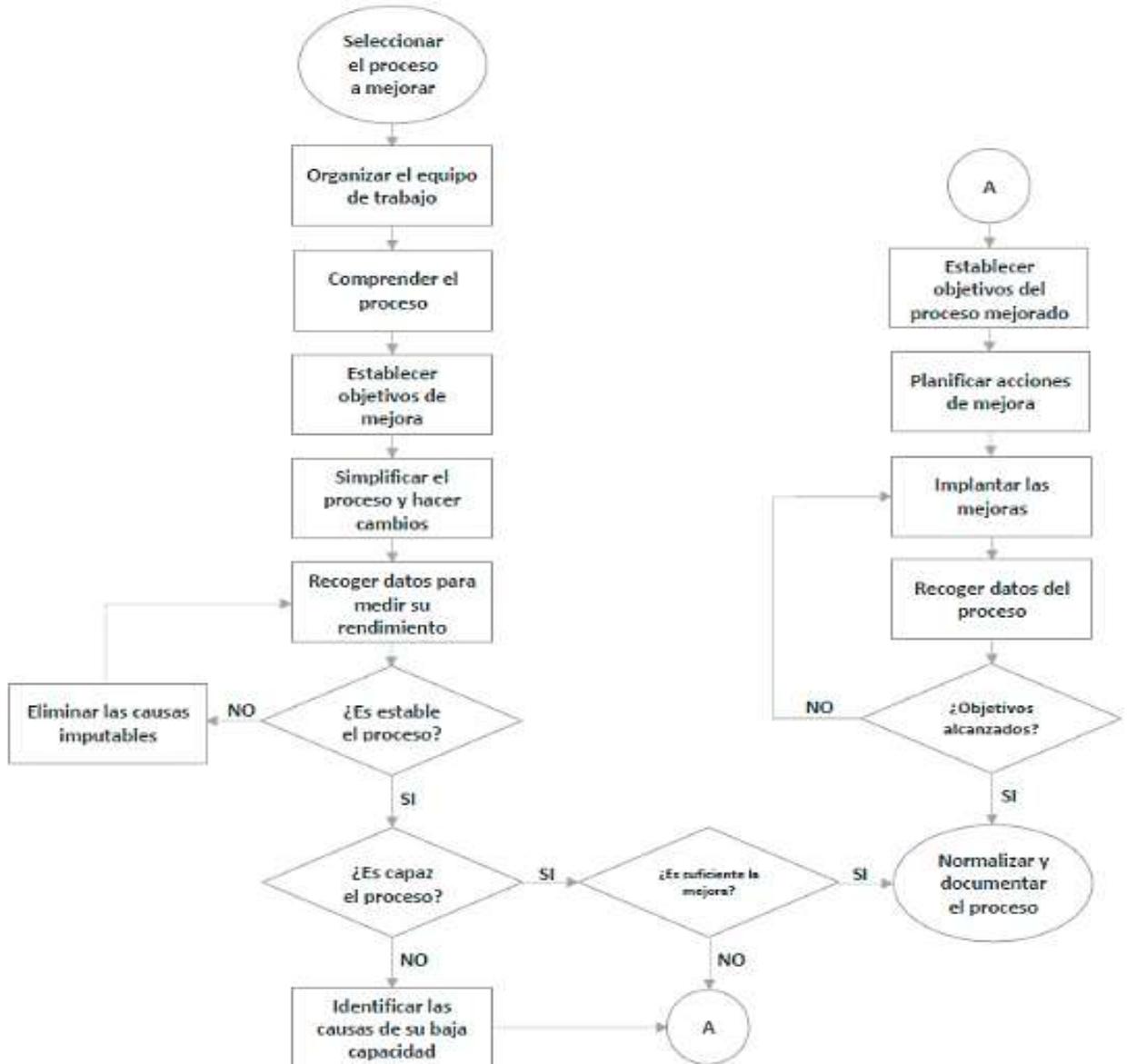
El Ministerio de Fomento de España (2005) afirma que la acción de mejora de un proceso se define como toda acción destinada a cambiar la forma en la que se está desarrollando el proceso y debe reflejarse en una mejora de los indicadores, esto puede darse mediante aportaciones creativas, imaginación y sentido crítico. (pág. 13) Algunos ejemplos son los siguientes:

- Mejorar la eficiencia de recursos.
- Reducir el tiempo de ciclo.
- Análisis de valor.
- Normalizar o estandarizar la forma de realizar las actividades.

La mejora de procesos se hace a través del seguimiento de indicadores y evaluación de la consecución de las metas que sean establecidas por las organizaciones para iniciar el ciclo de mejora, determinándolo como el resultado de un trabajo esforzado y continuo que hace la organización. Para ello es necesario entender la gestión por procesos que desplegará las herramientas necesarias para el desarrollo de los cambios y acciones que tomarán las organizaciones dentro de la mejora de sus procesos que los llevará a tener mejor competitividad en el mercado globalizado. (Sustant Perú, 2016, párrafo 1)

Figura 5.

Esquema para abordar la mejora de procesos.



Fuente. Sustant (2016)

En la figura 5 se presenta un esquema para abordar la mejora de procesos en donde podemos encontrar algunas indicaciones a las cuales se deben dar respuesta dentro de la organización con respecto al proceso seleccionado para la mejora. Además, se muestra cuáles son las acciones que debe tomarse para el desarrollo de la mejora. Teniendo como primer punto la selección del proceso a mejorar, ahí que considerar a su vez organizar un equipo de trabajo, comprender el proceso, establecer los objetivos de mejora, simplificar el proceso,

hacer los cambios necesarios y recoger todos los datos necesarios que permitirán medir su rendimiento.

Recursos

Hansen (2018) define a un recurso como lo que hace falta para ejecutar una tarea o un proyecto que puede ir desde las habilidades de un recurso humano hasta programas de computador necesarios para la ejecución de un proceso. Afirmando la importancia de la gestión de los recursos que incluye planificar, programar y asignar recursos ya que esta se centra en la optimización de la eficiencia. Cuando se conoce lo que se necesita para la ejecución de un proyecto se puede alcanzar el éxito. (párrafo 5)

Saber asignar recursos permite a las inversiones poder mantener un control dentro del proyecto que se va a realizar de principio a fin, ya que la asignación de los recursos también ayuda a asegurar si se tiene todos los medios necesarios para el desarrollo de las tareas o actividades que son parte de la misma, a su vez ayuda a determinar tiempos necesarios para completar las tareas y hacer un seguimiento de los costos. Podrían dividirse en cuatro grupos: recurso humano que implica al personal que llevará a cabo las tareas. Segundo, los recursos materiales que son necesarios como equipo, materiales, infraestructura, etc. Tercero, se encuentran los recursos técnicos que puede comprender tecnología que son necesarios para el desarrollo del proyecto, finalmente se encuentran los recursos financieros es decir el presupuesto. (ESAN, 2018, párrafo 3)

Eficiencia

“La eficiencia expresa en qué forma se están usando los recursos con los que cuenta la organización que pueden ser: humanos, tecnológicos, materia prima entre otros para lograr el resultado” (Baca, Cristóbal, & Gutiérrez, 2014, pág. 20)

Si hablamos en el contexto de vectores de entrada y salida de un proceso, con respecto a esto la eficiencia de salida está determinada por el vector de entrada, lo que implica tomar en cuenta qué recursos fueron necesarios para obtener las salidas en el proceso. (Färe, Grosskopf, & Lovell, 2013, pág. 11)

La eficiencia está vinculada a hacer uso racional de los medios disponibles para llegar a la meta, lo que se traduce en la capacidad que se tiene para alcanzar el objetivo fijado previamente haciendo uso del menor tiempo posible y menor uso posible de los recursos lo que se traduce en optimización. (Pérez & Gardey, 2012, párrafo 3)

Chappelow (2019) define a la eficiencia de producción o productiva como la que describe un nivel de que la entidad está operando a su máxima capacidad, centrándose en el trazado de la frontera de posibilidades de producción tomando en cuenta otros factores financieros como la utilización de la capacidad y la eficiencia de la rentabilidad. Llegando a la conclusión de que la eficiencia es el nivel de capacidad máxima en el que todos los recursos se utilizan para poder generar un producto más rentable. Es útil comprender la eficiencia de producción de los procesos de fabricación, minería, electricidad y servicios públicos. (párrafo 5)

Banton (2020) define la eficiencia como el nivel máximo de rendimiento ya que busca utilizar la menor cantidad de recursos durante la entrada para lograr la mayor cantidad en la salida, por lo cual requiere reducir la cantidad de los recursos utilizando solo los necesarios para producir un producto determinado tomando en consideración el tiempo y energía. Su principal objetivo está en minimizar el desperdicio de recursos que incluye materiales, energía y tiempo logrando el rendimiento deseado. (párrafo 1)

La eficiencia es el uso óptimo y adecuado de los recursos, básicamente busca gestionar el uso adecuado de los recursos con los que se cuenta en la organización. Es uno de los términos más usados ya que las organizaciones buscan ser eficientes con respecto al manejo de sus recursos llegando a obtener mejores resultados con la misma cantidad de materia prima. (Mejía, 2014, párrafo 4)

La eficiencia es hacer las cosas de la mejor manera posible haciendo un uso óptimo de los recursos necesarios para el proceso, lo que significa que cualquier tarea puede hacerse de manera eficiente, solo se obtendrá resultados si se hace al máximo las tareas importantes tomando las prioridades necesarias durante el desarrollo de los procesos. (Kozhuharov, 2017, pág. 43)

Diffen (2020) hace referencia a la eficiencia como hacer las cosas de forma óptima por ejemplo usando menos tiempo y a un menor costo. A su vez, la eficiencia se refiere a la calidad de un proceso que puede estar basado en los recursos como: tiempo, costos y otros factores. Llegando a la conclusión que la eficiencia es simplemente hacer las cosas correctamente, completando o haciendo procesos por menos costo y/o más rápido. Lo que lleva a concluir que se basa en un esfuerzo de lograrlo con menos recursos. (párrafo 2)

Eficiencia del proceso

La comisión de Modernización y Calidad de la Federación Española de Municipios y provincias (2005) afirma que la eficiencia del proceso se encarga de medir los resultados alcanzados en relación a los recursos invertidos para lograrlo. Algunos ejemplos de indicadores de eficiencia podrían ser los siguientes: (pág. 15)

- Costo por unidad producida
- Costos de la no calidad.
- Cumplimiento del presupuesto.

Eficacia

“La eficacia se define como el lograr los objetivos en el menor tiempo, sin tomar en cuenta el proceso que se llevó a cabo ya que solo le interesa los resultados.” (Mejía, 2014, párrafo 3)

La eficacia tiene como objetivo lograr el resultado sin importar cuántos recursos se consuman para ello, es decir que busca responder al “qué” más no al “cómo” se llevarán a cabo las tareas ni el impacto que pueda generar dentro de las organizaciones y usos de los recursos. Podríamos traducirlo en un camino que lleva al derroche de los recursos solo justificando el resultado final. (Rizo, 2019, párrafo 12)

EUDE (2019) afirma que al mencionar o hablar acerca de la eficacia implica el nivel de consecución de metas y objetivos. Que se refiere principalmente a la capacidad que tienen las organizaciones dentro de sus procesos para conseguir el objetivo que se ha propuesto independientemente de los recursos utilizados. Si se habla en términos de diferenciarla de la eficiencia, esta básicamente hace referencia a la utilización adecuada de los recursos logrando los resultados con un menor número de recursos ya que se puede ser eficaz sin necesariamente ser eficiente. (párrafo 4)

La eficacia difiere de la eficiencia ya que la eficacia busca alcanzar el objetivo sin importar los recursos que se hayan utilizado o sean necesarios, lo que se traduce en no haber dado el mejor uso de los recursos, en cambio la eficiencia tiene como objetivo la mejor utilización de los recursos. (Gestión, 2020, párrafo 5)

Bueno (2015) afirma que la eficacia no presta atención a cómo hacemos las cosas, sino sólo al logro alcanzado. Ya que se considera eficaz al logro de los objetivos establecidos dentro de un proyecto. En cada empresa hay una necesidad de cumplir con los objetivos, dentro de los cuales los más destacados

son: producción y ventas. Podemos traducir que la eficacia apunta hacia la calidad y satisfacción. (párrafo 5)

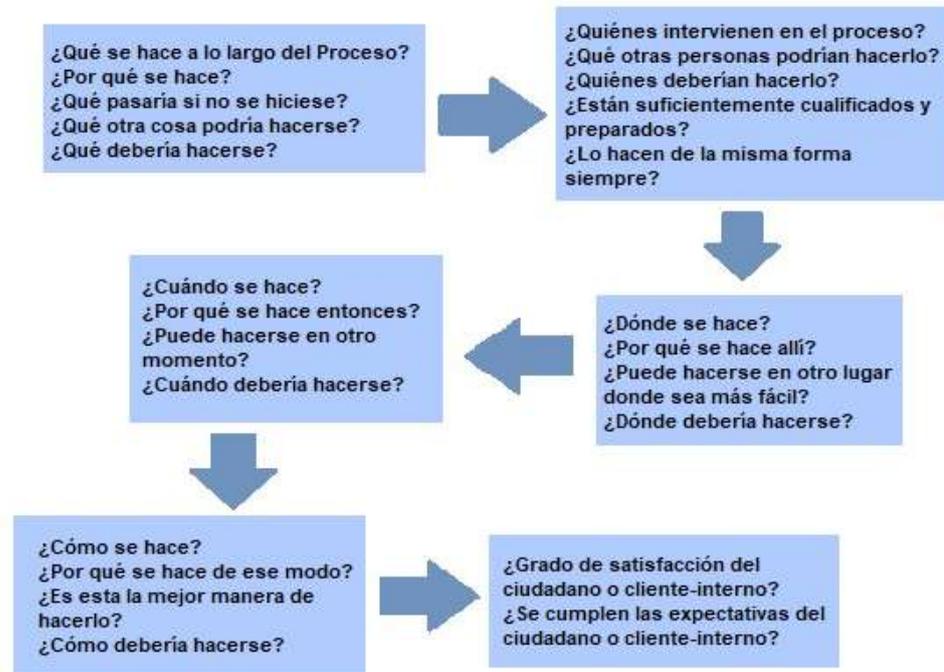
Eficacia del proceso

Cuando se habla de la eficacia del proceso, esta busca mostrar el nivel en que el proceso ha contribuido a la consecución de los objetivos estratégicos de la organización midiéndola a través del análisis de los resultados logrados. (Martín, 2006, pág. 9)

En la figura 6 se muestran algunas reflexiones que se pueden hacer acerca del análisis de la eficacia de los procesos dentro de las organizaciones, siendo las más resaltantes las siguientes: ¿Por qué se hace el proceso?, ¿Quiénes intervienen en el proceso?, ¿Dónde debería hacerse?, ¿Cuándo debería hacerse?, ¿Por qué se hace entonces?, ¿Por qué se hace de ese modo?, ¿Cómo debería hacerse?, ¿Se cumplen las expectativas?

Figura 6.

Reflexiones para el análisis del proceso.



Fuente Martín (2006)

II.2.2. Modelo Deming (ciclo PHVA)

Inicialmente fue desarrollado en la década de 1920 por Walter Shewhart, es conocido como el ciclo Deming ya que fue popularizado por W. Edwards Deming. Esto está considerado dentro de la gestión de la calidad como un ciclo dinámico

que puede desarrollarse dentro de cada proceso de las empresas incluyendo el sistema como un todo. Siendo ligado con la planificación, implementación, control y mejora continua, tanto en la realización del producto y en otros procesos que forman parte del sistema de gestión de calidad. (Pastor & Múnera, 2007, pág. 50)

Según Hernández, Arcos, & Sevilla (2013), la norma ISO 9001 tiene como bases los fundamentos de la mejora continua según la metodología Deming y sus cuatro pasos. Se tiene claro que el objeto de la implementación y desarrollo de procesos es el de mejorar los indicadores pertinentes al cumplimiento de objetivos y así brindar el mejor producto o servicio a los usuarios. Asimismo, se tiene como lineamiento dentro del ISO el hacer un seguimiento a los procesos modificados a fin de determinar el éxito de la modificación y brindar oportunidades de mejora a futuro. (pág. 91)

Bose (2011) indica que los conceptos de Shewhart (círculo de la calidad) y Deming son sinónimos, la superposición de estos conceptos saca al máximo la potencia del ciclo. Los japoneses fueron los más rápidos para comprender la relevancia e importancia del ciclo y optaron por su uso inmediato, referencialmente cambiaron el nombre al ciclo de Deming dándose cuenta del inmenso alcance del ciclo. Éste induce al espíritu de competitividad de los empleados en los servicios y productos que hacen a la empresa competitiva. (pág. 295)

Deming se encargó de la introducción del ciclo Deming como una de las herramientas cruciales de la calidad, este también es conocido como la rueda de Deming o el ciclo PDCA (Plan-Do-Check and Action) por sus siglas en inglés. Es una herramienta de solución de problemas en los procesos asumido como un compromiso para la mejora continua. Deming resalta la importancia de la constante interacción entre las cuatro fases de diseño, producción, venta e investigación para que la compañía logre una mejor calidad que satisfaga a los consumidores. (Charantimath, 2011, pág. 30)

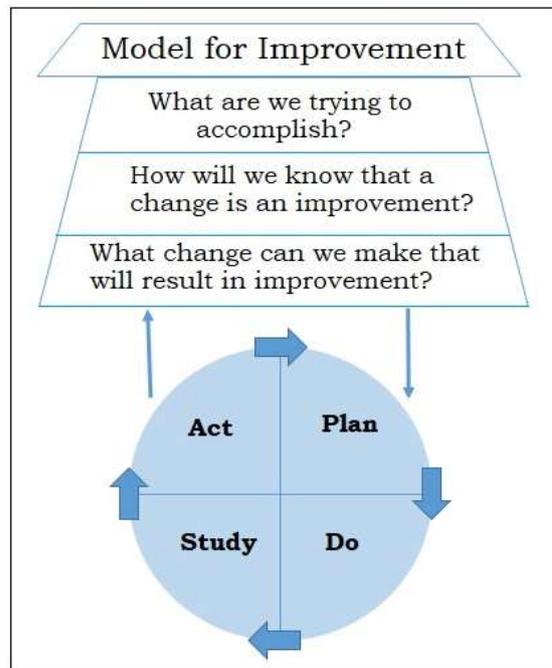
El ciclo PDCA en inglés Plan, Do, Check and Act recuerda a los gerentes que se centren en lo que realmente es importante, mediante los datos observados por este ciclo comenzar de lo pequeño y construir a partir del conocimiento acumulado para orientar a los cambios a las organizaciones. (Kreitner, 2011, pág. 482)

Según Ocaña (2012) Deming afirma que al mejorar la calidad a través de las actividades el proceso de producción será más eficaz, con costos más bajos porque habrá menos proceso y desperdicios. La mejora de la calidad continua es

considerada una estrategia imprescindible para sobrevivir en el mercado moderno ya que las empresas deben tener como propósito el mejorar sus productos o servicios. (pág. 81)

Figura 7.

Modelo de Mejora



Fuente. Moen & Clifford (2009).

En la figura 7 se describen tres preguntas que son necesarias para el modelo de mejora que puede aplicarse en procesos, productos y servicios en cualquier organización. La primera pregunta que es necesario responderse es ¿Qué estamos tratando de realizar?, la segunda es ¿Cómo sabremos que el cambio será una mejora? y la última pregunta es ¿Qué cambios podemos hacer para lograr una mejora?.

Definición

Charantimath (2011) afirma que el PDCA o también conocido como PHVA por sus siglas en español es una serie de actividades que se realizan con el propósito de lograr la mejora, que empieza con el estudio de la situación actual en donde la data reunida servirá para formular un plan de mejora el cual se implementará cuando sea finalizado, al mismo tiempo debe ser verificado. Cuando la experiencia haya terminado, la acción final comprende la estandarización de la metodología para introducir nuevos métodos que serán de práctica continua y puedan sostener la mejora. (pág. 32)

El ciclo PDCA (círculo de Deming) es la sistemática más usada para implantar un sistema de mejora continua y lo componen cuatro etapas cíclicas (Planificar, hacer, verificar y actuar) de modo que una vez que se finaliza se debe volver a la primera etapa para repetir el ciclo de nuevo, siendo su principal objetivo la autoevaluación. (García E., 2016, párrafo 3)

Según IONOS (2019) el objetivo del modelo Deming es establecer un ciclo continuo para la mejora de procesos y de esta manera asegurar que se cumplan los estándares de calidad, de manera que este mejore con el tiempo dentro de la organización. (párrafo 4)

Deming establece que para mejorar la calidad dentro de las organizaciones se tiene que usar el ciclo PDCA o ciclo de Deming que propone cuatro fases (planificar, realizar, verificar y actuar) en la solución de problemas, una vez que finaliza el ciclo, este debe volver a comenzar teniendo en consideración el conocimiento acumulado en el ciclo anterior. (Miranda, Chamorro, & Rubio, 2007, pág. 35)

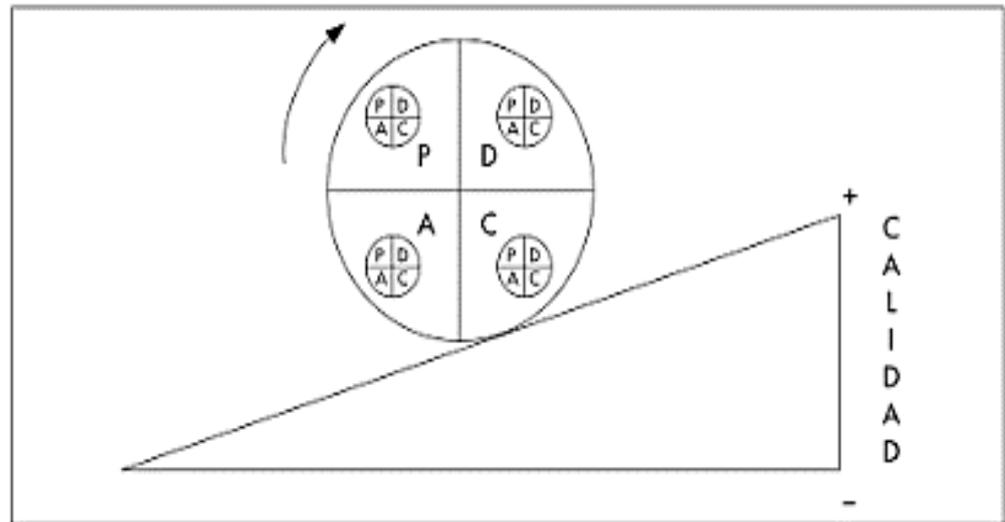
García, López, Montes & Pousa (2006) afirman que el ciclo de Deming o ciclo de mejora continua actúa como una guía para llevar a cabo la mejora continua y a su vez poder lograr una forma sistemática y estructurada de resolución de problemas tomando en cuenta todas las actividades que correspondan a las fases. Teniendo como base la planificación que debe incluir el estudio de las causas y efectos de prevenir los fallos y problemas. (pág. 7)

El ciclo PDCA (plan, do, check, act) es un método de gestión de cuatro pasos desarrollado por Deming y usado en el control de negocios y mejora continua de los procesos y productos. También es llamado el círculo PDCA o rueda PDCA que fue desarrollado y enfatizado por Deming por lo cual también se le atribuye el nombre de Rueda de Deming. (Kiran, 2017, pág. 72)

En la Figura 8 se observa que el ciclo PDCA (plan, do, check and act) por sus siglas en inglés, es de desarrollo constante y cíclico ya que es de un aprendizaje continuo, acumulando conocimiento de las experiencias en el desarrollo de cada ciclo del modelo Deming, a su vez se denota su importancia para lograr un incremento en la calidad dentro de las operaciones de las compañías.

Figura 8.

Ciclo Deming (PHVA) Calidad



Fuente. Gonzáles, Domingo, & Sebastián (2013).

Fases

“El modelo Deming contempla fases dentro del ciclo que permiten realizar la mejora continua dentro de la organización, las fases son: planificar, hacer, verificar y actuar”. (Kreitner, 2011, pág. 482)

García, López, Montes, & Pousa (2006) “ indican que estas cuatro fases tienen el nombre de planificar, realizar, comprobar y actuar”. (pág. 7)

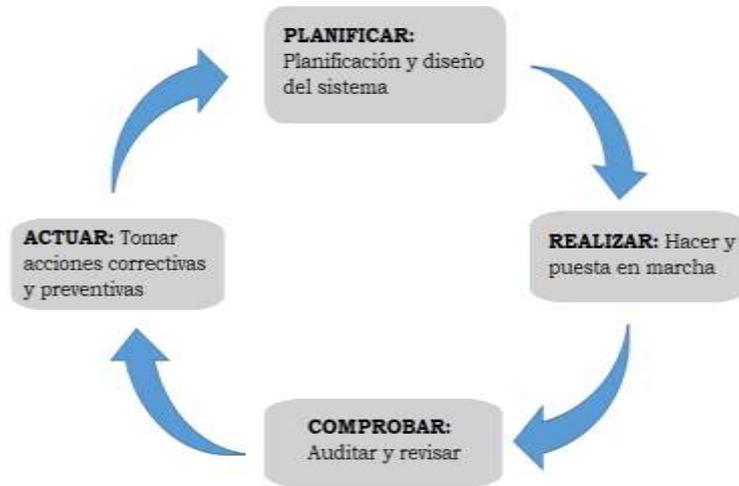
En la fase del plan identificamos el potencial de mejora, analizamos el estado actual del proceso y se desarrolla la planificación de mejora dentro de la organización, la fase hacer contempla la implementación de la mejora del proceso o área que fue seleccionada, en la fase verificación se evalúan los resultados obtenidos de la fase anterior para poder introducir la mejora en la fase actuar. (Wagner, 2013, pág. 111)

La fase realizar es la misma que la fase hacer según otros autores, es el mismo caso para la fase comprobar siendo mencionado por otros autores como verificar.

En la figura 9 se muestran las fases del ciclo Deming como parte de un proceso continuo, en la fase planificar se afirma la necesidad de planificación y diseño del sistema, la fase realizar consiste en hacer e incluye la puesta en marcha del sistema, la fase comprobar incluye auditar y revisar lo que se ha realizado y la fase actuar es en la cual se toman las acciones correctivas y preventivas.

Figura 9.

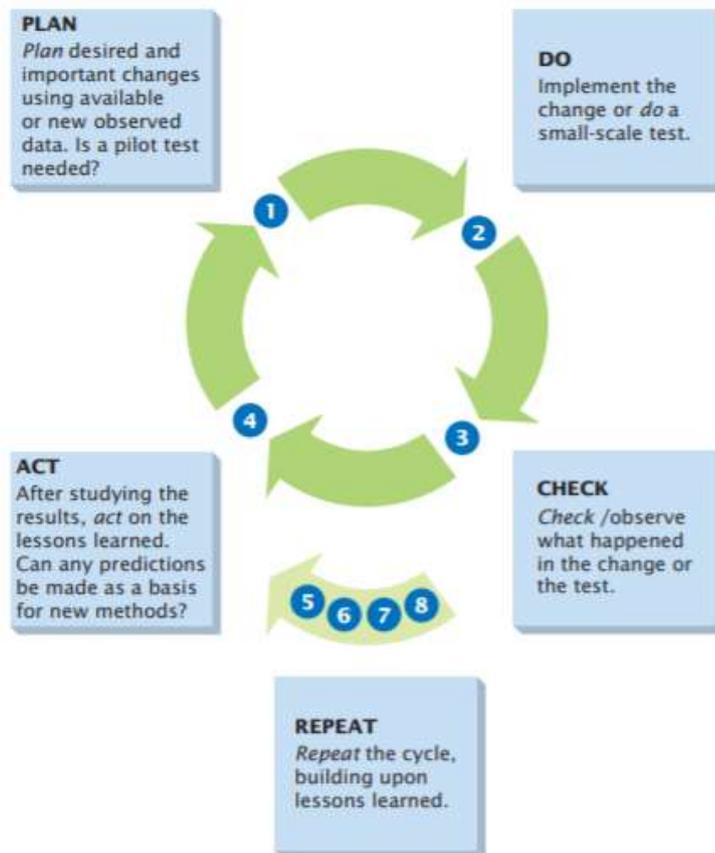
Fases del ciclo Deming.



Fuente. García, López, Montes y Pousa (2006)

Figura 10.

Deming ciclo PDCA



Fuente. Kreitner (2011).

En la figura 10 se retratan las fases comprendidas mencionando como la primera fase PLAN la cual busca importantes cambios haciendo uso de los datos disponibles o nuevos, en la fase DO se implementa el cambio o se hace un test a pequeña escala, en la fase CHECK se observa que ha pasado en los cambios o el test, en la fase ACT después de estudiar los resultados se actúa en base a las lecciones aprendidas. Haciendo énfasis en que se puede repetir el ciclo sobre las lecciones aprendidas como pasos 5, 6,7,8, etc de manera continua, llevando a la conclusión de que el ciclo no tiene fin, continúa y se repite las veces que sea necesario.

Planificar

Gonzáles, Domingo, & Sebastián (2013) afirman que es necesario con antelación realizar un diagnóstico de la situación actual que permite asegurar que los métodos utilizados están documentados y estandarizados. Con los datos obtenidos que nos permiten identificar y definir los problemas se empieza a realizar una planificación de las acciones que debe emprender en un periodo de tiempo definido. (Gonzáles, Domingo, & Sebastián, 2013, pág. 18)

La planificación comprende estudiar el proceso actual, recolectar datos que permiten identificar los problemas, analizar los datos, hacer un plan de mejoras y especificar las métricas para analizar los datos. Asimismo, comprende establecer la misión, visión, objetivos, procedimiento y procesos que implica las metodologías necesarias para el logro de los resultados. (Merhi Daychoum, 2018)

Ionos (2019) afirma que en la fase planificación es necesario hacerse la pregunta ¿Qué problemas se han identificado y cuál es la mejor manera de resolverlos?, para lo cual es necesario determinar la situación actual. Después de esto se describe el problema que nos permite determinar cómo se debe lograr el objetivo que incluye que recursos adicionales son necesarios. Es necesario ponerse de acuerdo sobre los factores de éxito si se han definido de forma concreta los objetivos. (párrafo 8)

Primero se definen los planes y la visión de la meta que tiene la empresa que establece donde quiere estar en un tiempo determinado, establecido el objetivo se realiza el diagnóstico que permite saber la situación actual y las áreas que son necesarias mejorar. Después se desarrolla una teoría de la posible solución que permite establecer un plan de trabajo para probar la teoría de solución. (Pastor & Múnera, 2007, pág. 26)

Hacer

Pastor & Múnera (2007) afirman que esta fase se lleva a cabo el plan contemplado en la primera fase de la mano con algún control que permita vigilar que este se esté llevando a cabo según lo planificado. Para poder llevar el control existen varios métodos como la gráfica de Gantt en la cual podemos medir el cumplimiento de las tareas y el tiempo. (pág. 50)

Es necesario antes de la implementación definitiva realizar un proyecto piloto en un área de la empresa para que permita detectar las posibles actitudes de resistencia a los cambios propuesto en la fase planificación y es recomendable que todo cambio sea documentado, ya que en la fase de desarrollo consiste en la implementación del plan propuesto. (González, Domingo, & Sebastián, 2013, pág. 18)

“La segunda fase hacer o ejecutar busca realizar las tareas para lo cual es necesario implementar el plan, documentar los cambios y recolectar sistemáticamente los datos para evaluarlos”. (Merhi Daychoum, 2018, pág. 133)

García (2016) afirma que en la fase de ejecución es el momento en el que se lleva a cabo el plan de acción, mediante la correcta realización de tareas planificadas, mediante una aplicación controlada y la verificación para obtener un feedback necesario para su análisis posterior. Es conveniente realizar una prueba piloto para poder realizar cambios a gran escala, tomando en cuenta que este sea representativo para que no suponga un riesgo excesivo para la organización. (párrafo 12)

Verificar

En esta fase se comprueban los logros obtenidos con las metas establecidas en la planificación mediante las herramientas de control como son por ejemplo Diagrama de Pareto, check list y KPIs. Con el objetivo que no existan subjetividades es necesario haber definido previamente las herramientas así como los criterios de evaluación para decidir si el plan ha funcionado. (García E., 2016, párrafo 9)

IONOS (2019) afirma que esta fase busca la verificación de los resultados obtenidos comparándolos con los objetivos. Mirando desde un punto crítico lo que funcionó bien y lo que no resultó como se esperaba según lo planificado. Los problemas que se encontraron no deben ser vistos como un fracaso sino como oportunidades de las cuales se busca aprender ya que esto es lo que busca

básicamente esta fase. No solo busca resumir sino analizar por qué no funcionó según lo planeado. (párrafo 12)

La fase Check también conocida como revisión, control o verificación tiene como base fundamental comprobar el plan de acción que se haya puesto en práctica en la fase de realización para determinar si se hizo de manera adecuada determinando si los resultados son congruentes con los objetivos establecidos. En esta fase, la persona a cargo debe tener en consideración las diferentes herramientas como la planificación Gantt actualizada, tablero de mandos, controles de productos o auditorías internas u otros indicadores contemplados. (Gillet & Seno, 2014, pág. 28)

Es uno de los puntos cruciales del ciclo PDCA, ya que los resultados necesitan ser examinados para aprender de la lección y responderse a las siguientes preguntas: ¿Qué se ha aprendido? y ¿Qué fue mal?. Es necesario que después de implementar el cambio, en un lapso corto de tiempo, uno puede determinar qué tan bien se ha trabajado. (Charantimath, 2011, pág. 33)

Actuar

Gillet & Seno (2014) aseguran que esta fase depende de los resultados que se obtuvieron en la fase verificación, si estos se encuentran dentro de los objetivos establecidos, esta fase solo permite formalizar y capitalizar e incluso generalizarse como un estándar. En el caso contrario de que la verificación diera resultados no satisfactorios en esta se realizará la corrección o instrumentación de las acciones preventivas o correctivas dependiendo del caso. (2014, pág. 28)

García (2016) afirma que en la fase actuar llega el momento de realizar las acciones correctivas o preventivas que sean necesarias para mejorar los puntos o áreas que no dieron resultados esperados en la verificación. Lo que se busca es extender y aprovechar el aprendizaje y experiencias para poder estandarizar y consolidar metodologías efectivas. (párrafo 11)

Se contemplan dos casos en la fase actuar si los resultados son los esperados se debe estandarizar, comunicar los cambios efectivos, entrenar a las personas relacionadas con el nuevo proceso; si los resultados no fueron los esperados se debe revisar el plano original y repetir el proceso PDCA. Esta fase busca determinar y hacer nuevos planes de acción para mejorar la calidad, eficiencia y efectividad mejorando el rendimiento y corrigiendo cualquier defecto. (Merhi Daychoum, 2018, pág. 133)

González, Domingo, & Sebastián (2013) afirman que dependiendo de los resultados obtenidos se toman las acciones en esta fase. En el caso que el plan funcione conforme a lo que se planificó se instituye los cambios y se fijan los nuevos estándares, se comunica al personal involucrado y a las personas que requieran formación se les proporciona los nuevos conocimientos y se implanta el cambio en toda la organización. En el caso contrario se recorre nuevamente todo el ciclo. (pág. 19)

En este paso se determina si las soluciones de mejora son implementadas para modificar el proceso o si se toman las acciones correctivas que dan diferencias significativas entre el actual y los resultados planeados analizando las diferencias o determinando la causa raíz. Se determina cuando se aplican los cambios que serán incluidos en la mejora del proceso o producto. Aunque los cuatro pasos que se realizaron como parte del ciclo no dieron los resultados que se necesitan para la mejora el alcance del PDCA es aplicado para redefinir el plan y mejorar con mayores detalles en la siguiente interacción del ciclo, incluso ayuda a determinar en qué puntos se necesita más atención. (Kiran, 2017, pág. 10)

II.3. Definición de términos básicos

Mejora continua: la mejora continua tiene como principal objetivo apoyarse en un viaje continuo hacia el logro de la visión de la organización mediante la retroalimentación del desempeño de la misma, tiene dos componentes principales que son el monitoreo y ajuste, el primero básicamente es acerca de la medición y el rastreo, en cambio el ajuste es acerca del cambio que necesite hacer la organización. (López, 2007, pág. 193)

Modelo Deming: Es la sistemática más usada para implantar un sistema de mejora continua y lo componen cuatro etapas cíclicas (planificar, hacer, verificar y actuar) de modo que una vez que se finaliza se debe volver a la primera para repetir el ciclo de nuevo, siendo su principal objetivo la autoevaluación. (García, 2016, párrafo 3)

Efectividad: La efectividad está determinada como hacer bien las cosas correctas es decir hacer las cosas de forma eficiente y eficaz. Esta busca determinar qué cosas se hacen y cómo se hacen las cosas. (Hatch, 2019, párrafo 6)

Planificar: La planificación es la primera fase del ciclo Deming que comprende estudiar el proceso actual, recolectar datos que permiten identificar los problemas, analizar los datos, hacer un plan de mejoras y especificar las métricas para analizar los datos. (Merhi Daychoum, 2018, pág. 133)

Hacer: Es la fase en la que se lleva a cabo el plan contemplado en la primera fase de la mano con algún control que permita vigilar que este se esté llevando a cabo según lo planificado. Para poder llevar el control existen varios métodos como la gráfica de Gantt en la cual podemos medir el cumplimiento de las tareas y el tiempo. (Pastor & Múnera, 2007, pág. 50)

Verificar: Es uno de los puntos cruciales del ciclo PDCA, ya que los resultados necesitan ser examinados para aprender de la lección y responderse a las siguientes preguntas: ¿Qué se ha aprendido? y ¿Qué fue mal?, también se analiza si los resultados obtenidos son los esperados. Es necesario que después de implementar el cambio por un corto tiempo uno puede determinar qué tan bien se ha trabajado. (Charantimath, 2011, pág. 33)

Actuar: En este paso se determina si las soluciones de mejora son implementadas para modificar el proceso o si se toman las acciones correctivas que dan diferencias significativas entre el actual y los resultados planeados analizando las diferencias o determinando la causa raíz. Se determina cuando se aplican los cambios que serán incluidos en la mejora del proceso o producto. (Kiran, 2017, pág. 10)

Eficiencia: “La eficiencia expresa en qué forma se están usando los recursos con los que cuenta la organización que pueden ser: humanos, tecnológicos, materia prima entre otros para lograr el resultado” (Baca, Cristóbal, & Gutiérrez, 2014, pág. 20)

Eficacia: “La eficacia se define como el lograr los objetivos en el menor tiempo, sin tomar en cuenta el proceso que se llevó a cabo ya que solo le interesa los resultados.” (Mejía, 2014, párrafo 3)

III. HIPÓTESIS

III.1. Declaración de la hipótesis

No aplica hipótesis puesto que es una investigación descriptiva.

Variables

Variable individual:

Efectividad

III.1. Operacionalización de variables

Tabla 2.

Operacionalización de Variables

Variable	Tipo de Variable	Operacionalización		Dimensiones (Sub-variables)	Definición conceptual	Indicador	Items	Nivel de Medición	Instrumento
	Según su naturaleza	Definición Conceptual	Definición Operacional						
Efectividad	Cuantitativa	La efectividad está determinada como hacer bien las cosas correctas es decir hacer las cosas de forma eficiente y eficaz. Esta busca determinar qué cosas se hacen y como se hacen las cosas. (Hatch,2019)	Mejía (2014) la efectividad es el resultado de la eficiencia y eficacia. Al entender y manejar esto podemos manejar un proceso como en los resultados logrando que las compañías sean más competitivas.	Eficiencia	"La eficiencia expresa en qué forma se están usando los recursos con los que cuenta la organización que pueden ser: humanos, tecnológicos, materia prima entre otros para lograr el resultado" (Baca, 2014, pág. 20)	%eficiencia Mano de Obra	$\%e.MO. = \frac{\text{Resultado}}{\text{MO utilizada}} * 100$	Continua	Registro
						%eficiencia Materiales	$\%e.m. = \frac{\text{Resultado}}{\text{Materiales usados}} * 100$		Registro
						%eficiencia costos	$\%e.c. = \frac{\text{Resultado}}{\text{Costos}} * 100$		Registro
						%eficiencia tiempo	$\%e.t. = \frac{\text{Resultado}}{\text{Tiempo usado}} * 100$		Registro
				Eficacia	Bueno (2015) afirma que la eficacia no presta atención a cómo hacemos las cosas, sino sólo al logro alcanzado. Ya que se considera eficaz al logro de los objetivos establecidos dentro de un proyecto. (párrafo 3)	%eficacia	$\%eficacia = \frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Resultado previsto}} * 100$	Registro	

Fuente. Elaboración propia.

III.2. Propuesta de solución

Objetivo

Diseñar un modelo de propuesta de modelo Deming acorde al proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores de orugas D11R para mejorar los niveles de efectividad.

Acciones

Para el proceso de mantenimiento de una empresa minera, se propone diseñar un modelo Deming, previo, durante y después de la ejecución del mantenimiento.

La propuesta se aplicará a todo nivel en el proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores de oruga D11R.

Propuesta de modelo Deming

El modelo Deming o ciclo PHVA tiene como base la mejora continua de los procesos y está conformada por cuatro fases (planificar- hacer- verificar y actuar). La utilización del modelo Deming ayuda a obtener los resultados que cumplan las expectativas dentro de las compañías aprovechando a su vez al máximo los recursos con los que cuenta la empresa, También mejora:

- La calidad.
- Incrementa la efectividad y productividad.
- La rentabilidad (disminución de costos).

Debido a las ventajas que ofrece el modelo Deming utilizaremos sus cuatro fases para lograr la efectividad del proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota auxiliar D11R.

Planificar: Esta fase es la más importante e influyente, ya que de esta depende lo que se va hacer para el proceso, en necesario determinar las actividades de los procesos y a su vez analizar las posibles mejoras estableciendo un objetivo. Para la adecuada planificación es necesario tomar en cuenta lo siguiente.

- Realizar un análisis FODA (fortalezas, oportunidad, debilidades y amenazas)
- Determinar cuál es el problema con las preguntas Qué, Cómo, Dónde y Por qué.
- Definir y tener clara la situación actual del proceso.
- Determinar las posibles causas que están generando el problema. (Utilizando el diagrama de causa y efecto)
- Clasificar las causas dependiendo a su naturaleza

- Determinar las causas más relevantes.
- Fijar los objetivos que se buscan alcanzar a través de la aplicación de la mejora.
- Definir la mejora mediante el método 5W+2H
- Planificar las actividades (Diagrama de operaciones del proceso)

Hacer: En esta etapa se desarrolla todo lo que ha sido planificado, para lo cual es necesario desarrollar una prueba piloto que será verificada a fin de que se haga un funcionamiento a gran escala.

Es necesario dentro de este punto desarrollar todas las mejoras plasmadas dentro de la planificación.

Verificar: Una vez que se ejecutó la mejora, en esta etapa se procede a comprobar el buen uso y funcionamiento de las mismas. En el caso de que no se cumplan las expectativas iniciales es necesario reajustar para lograr los objetivos esperados.

- Comprobar hasta lograr los efectos que se mantengan de manera estable.
- Ejecutar gráficas comparativas del antes y después (Gráfica de tendencias)
- Definir los beneficios a nivel operacional.
- Revisar si ha mejorado el desempeño durante el proceso de mantenimiento de mandos finales D11R.

Actuar: A partir de los resultados logrados en la tercera vuelta del modelo Deming se procede a incorporar lo aprendido, todo lo realizado debe ser documentado y mencionado en las observaciones y recomendaciones.

- Se toman las acciones para aumentar continuamente los procesos.
- Repetir los pasos.

Respecto a la tercera vuelta del modelo Deming se genera una estandarización en el proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota auxiliar D11R ya que se logró el uso eficiente de los recursos, disminución de actividades dentro de las operaciones.

IV. DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Y ANÁLISIS

IV.1. Diseño de la investigación

La presente investigación es no experimental ya que no se manipula deliberadamente la variable, es decir no se hizo cambios de manera intencional sobre la variable. Solo se limitó a observar los hechos y como ocurren obteniendo los datos de forma directa.

IV.2. Unidad de análisis

Proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores D11R de una empresa minera.

IV.3. Población

Todos los procesos de mantenimiento de una empresa minera.

IV.4. Muestra

Proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores D11R de una empresa minera. Específicamente, la muestra de esta investigación es no probabilística – intencional, ya que fue seleccionada por el investigador. Esto quiere decir que, a juicio de experto, debido a que el proceso de mantenimiento de los tractores D11R es a demanda (no es constante), la muestra será representada por una reparación de mando final que presente falla en el tractor D11R.

IV.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 3.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Justificación	Instrumentos	Aplicado en
Observación directa	Observar acerca del proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota D11R, incluyendo los recursos (tiempo, procesos, personas, materiales) necesarios para el desarrollo del mismo.	Registros	Todos los procesos de mantenimiento de mandos finales D11R en la empresa minera

Análisis de documentos	Obtener información acerca del proceso de mantenimiento de mandos D11R (costos, tiempos, recurso humano, materiales e insumos)	Registros	Historial del proceso y base de datos de la realización del proceso de mantenimiento de mandos finales D11R en la empresa
-------------------------------	--	-----------	---

Fuente. Elaboración propia.

Como se aprecia en la tabla 1 las técnicas que se utilizaron para la recolección de datos fue la observación directa y el análisis de documentos, las cuales contaron con el instrumento Registro para la variable individual Efectividad la cual permitió medir los indicadores de la dimensión eficiencia: % de eficiencia de mano de obra, % de eficiencia de materiales, % de eficiencia de costos, % de eficiencia de tiempo y el indicador de eficacia del proceso.

IV.6. Métodos y procedimientos de análisis de datos.

IV.6.1. Método

Deductivo - Inductivo.

Es deductivo ya que fue de lo general a lo particular para lograr deducir conclusiones lógicas a partir de las premisas y teorías. Es Inductivo ya que se obtienen conclusiones generales a partir de premisas particulares, es decir se explora, describe y luego se genera las respectivas teorías.

IV.6.2. Procedimiento de análisis de datos

Procedimiento de análisis a través de los datos obtenidos por el registro de efectividad del proceso de mantenimiento de mandos finales D11R en una empresa minera sirvió para el cálculo de los indicadores de la variable efectividad. Para el análisis de datos se hará el uso de la estadística descriptiva y el uso de software indicados a continuación.

Análisis descriptivo

Se utilizará la estadística descriptiva para analizar los datos obtenidos del instrumento de recolección de datos que se reflejarán en porcentajes, diagramas, cuadros y gráficos acerca del nivel de

efectividad bajo el modelo Deming. Los resultados expresarán la situación antes y después de la propuesta de mejora en el proceso. Se hará uso de los siguientes programas de computador:

MS Word: Para elaborar y estructurar el informe de investigación.

MS Excel: Para realizar los cálculos necesarios de los indicadores, a su vez realizar los gráficos de barras y tendencia.

MS Visio: Para la elaboración de flujogramas, diagrama de análisis de proceso y diagrama de operaciones.

MS Power Point: Se usó para la presentación de la presente investigación.

V.RESULTADOS

V.1. Situación actual proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota D11R

La empresa minera de la región Cajamarca es una empresa dedicada a la extracción de mineral que debido a temas operativos del área de mantenimiento se vio forzada a realizar el proceso de mantenimiento de los mandos finales de los tractores de oruga D11R en sus instalaciones, los cuales se aprecian en el anexo N°2 buscando la efectividad bajo el modelo Deming.

La empresa cuenta con ocho tractores de orugas D11R que son codificados para un mayor control dentro de la empresa, los cuales se detallan en la siguiente tabla. Cada uno de los tractores de oruga cuenta con dos mandos finales (derecho e izquierdo). El mando final se aprecia en el anexo N°3. Como línea base de información, se tiene que el procedimiento, requerimiento, materiales, costos y tiempo de mantenimiento es igual (estándar) para los 8 tractores de la flota D11R.

Tabla 4.

Codificación de tractores D11R

N°	Codificación
01	DZ0017
02	DZ0018
03	DZ0019
04	DZ0020
05	DZ0021
06	DZ0022
07	DZ0023
08	DZ0024

Fuente. Base de datos de la empresa.

V.1.1. Descripción del proceso de mantenimiento de mandos finales D11R

El mantenimiento de mandos finales dentro de la empresa minera se realizó como parte del mantenimiento correctivo, generando la orden de trabajo 21346798 que se aprecia en el anexo N°4. Cuando el equipo presentaba funcionamiento errático en el sistema de dirección y frenos, mostrando presencia de desviación en la viscosidad de análisis de aceite del mando final realizado cada 600 horas operativas.

El mantenimiento del mando final estuvo compuesto por el proceso de desmontaje del mando final del equipo tractor de orugas D11R y el proceso de instalación del mando final en el equipo, con 34 actividades (paso a paso), para el cual se necesitó un total de 32 horas (el proceso de desmontaje necesitó de 14.5 horas y el proceso de instalación necesitó 17.5 horas) y 32 ítems (tipos de material).

Para el desarrollo del proceso de mantenimiento se necesitaron tres personas que se detallan en la tabla a continuación.

Tabla 5.

Personal necesario para el desarrollo del mantenimiento.

Referencia	Cantidad	Descripción	Características
M1	01	Mantenedor de equipo pesado.	Técnico que cuente con un nivel 7, el rango más alto.
M2	01	Mantenedor de equipo pesado	Técnico con certificación en rigger.
M3	01	Mantenedor de equipo pesado	Técnico con autorización vigente de uso de grúa puente.

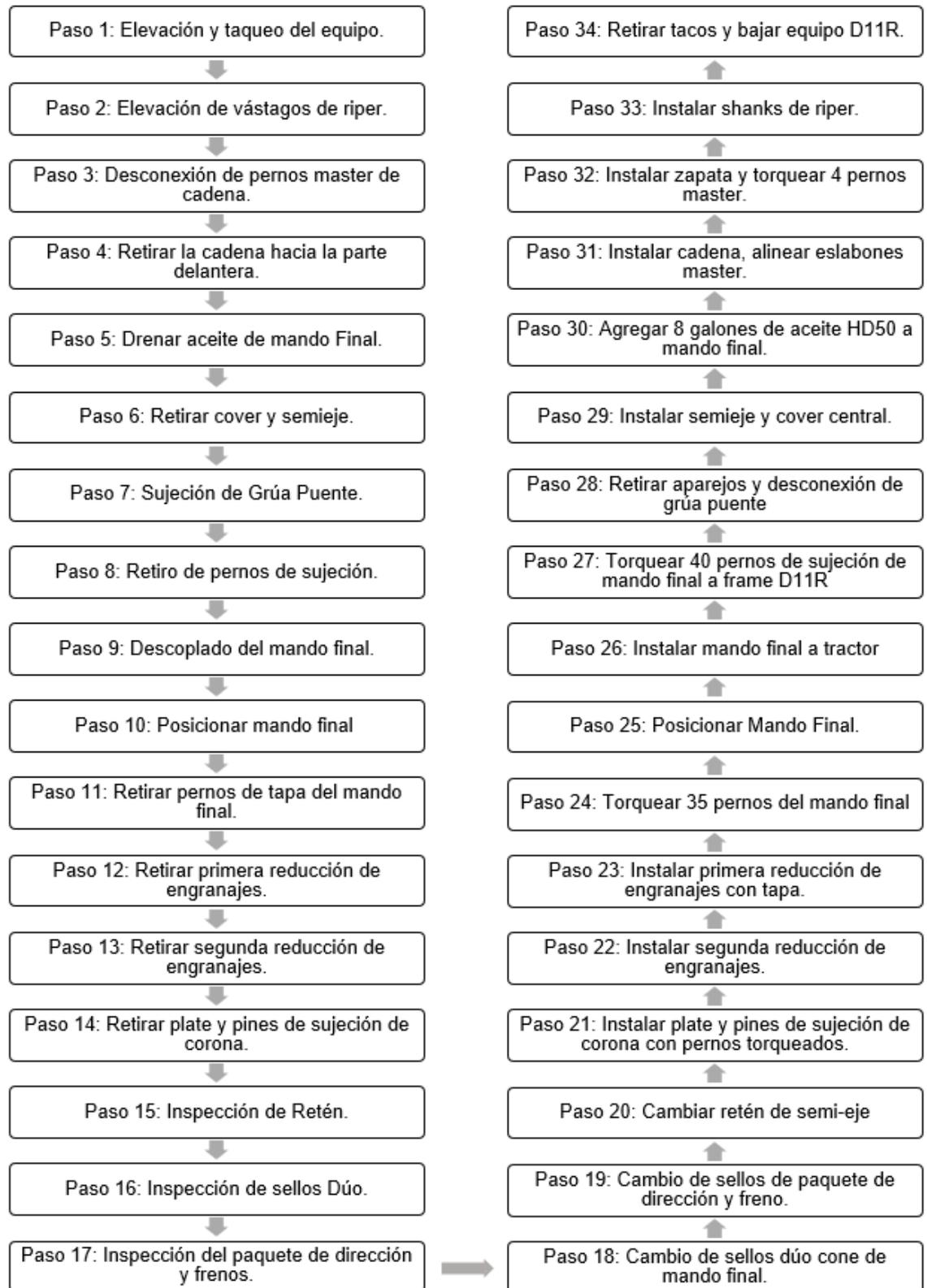
Fuente. Base de datos de la empresa.

El paso a paso del proceso de mantenimiento desarrollado se detalla a continuación.

Pasos en el proceso de reparación del mando final en la situación actual

Figura 11.

Pasos en el proceso de reparación del mando final en la situación actual



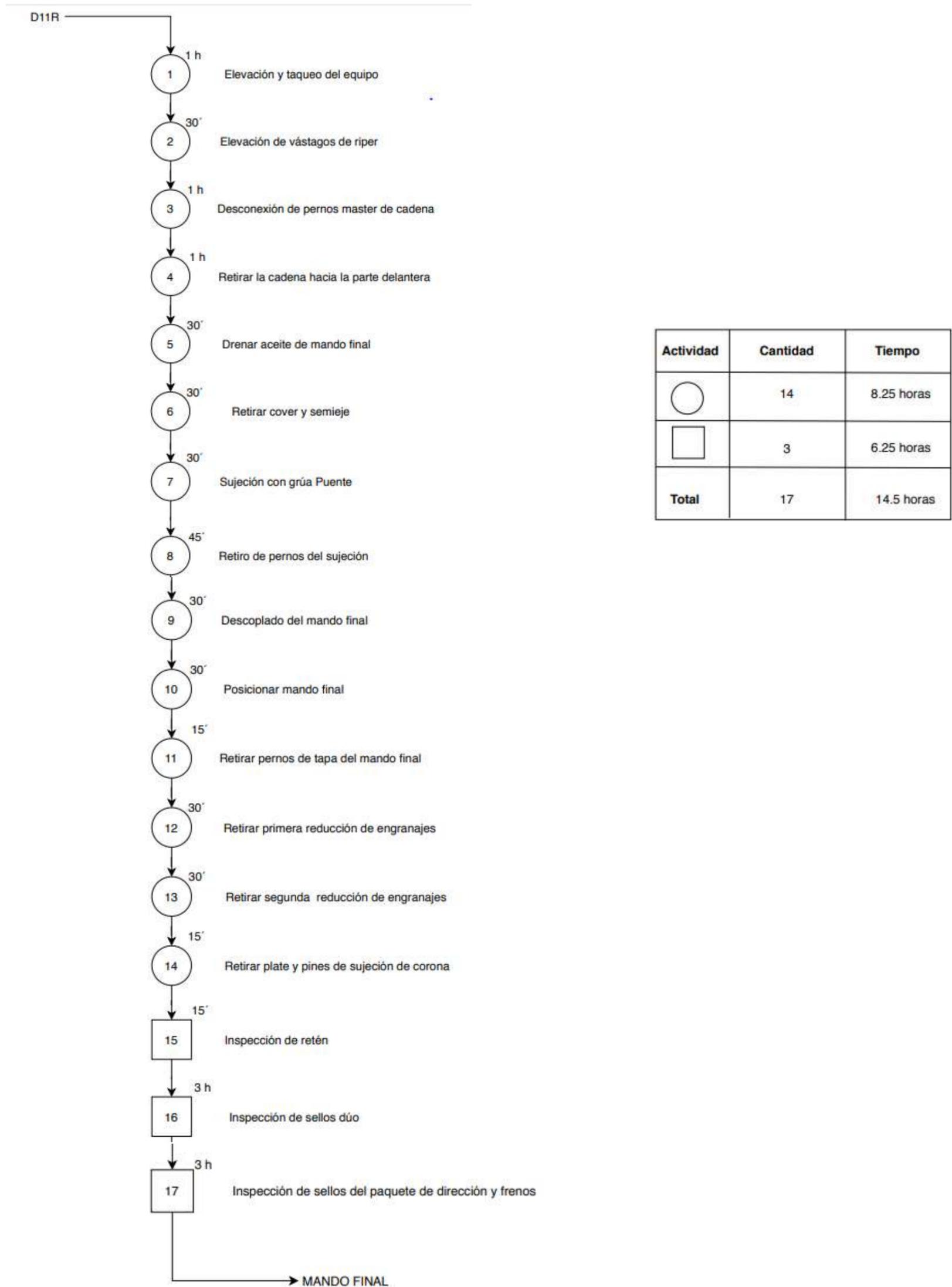
Fuente. Elaboración propia.

Proceso de desmontaje

En el siguiente diagrama de procesos de operaciones se muestra el trabajo de desmontaje realizado por el área de mantenimiento, el cual cuenta con un total de 14.5 horas, todas las actividades (17) identificadas son productivas (operación e inspección). Las actividades de operación fueron un total de 14 que necesitaron un tiempo de 8.25 horas, las actividades de inspección fueron un total de 3 que necesitaron un tiempo de total de 6.25 horas. En esta actividad no ingresó ningún material, ya que la naturaleza de este proceso está destinada a separar y desarmar el mando final del tractor de orugas D11R.

Figura 12.

Diagrama de procesos de operaciones desmontaje de mando final.



Fuente. Base de datos investigación.

Proceso de instalación

En el proceso de instalación se hizo el uso de 32 tipos de materiales para continuar con el mantenimiento después del desmontaje. En la siguiente tabla se muestra los materiales con su respectiva descripción.

Tabla 6. *Materiales para mantenimiento de mando final.*

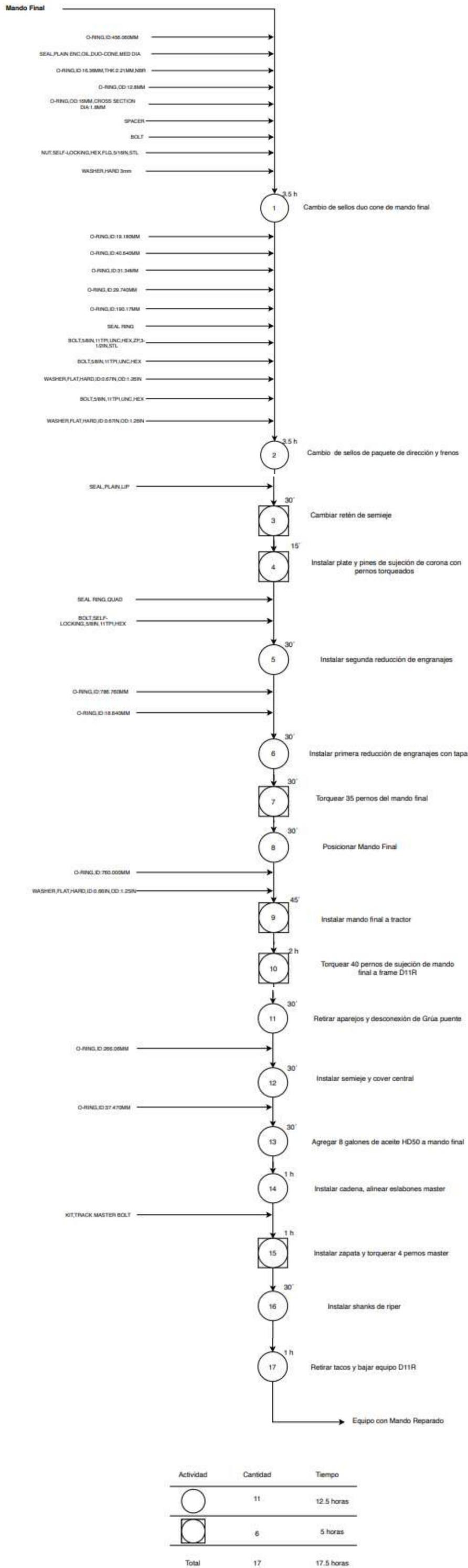
n°	Código material	Cantidad	Unidad	Descripción
1	61102975	3	EA	O-RING,ID:19.180MM
2	61103003	2	EA	O-RING,ID:456.060MM
3	61115024	1	EA	O-RING,ID:37.470MM
4	61102895	1	EA	O-RING,ID:760.000MM
5	61116368	1	M	O-RING,ID:40.640MM
6	61065569	2	EA	O-RING,ID:31.34MM
7	61040877	2	EA	O-RING,ID:29.740MM
8	61147922	1	EA	O-RING,ID:190.17MM
9	61148179	3	EA	SEAL RING
10	62046591	1	EA	SEAL,PLAIN ENC,OIL,DUO-CONE,MED DIA
11	61169915	1	EA	WASHER,FLAT,HARD,ID:0.66IN,OD:1.25IN
12	61102895	1	EA	O-RING,ID:760.000MM
13	61147701	1	EA	SEAL,PLAIN,LIP
14	61147879	4	EA	SEAL RING,QUAD
15	61147743	1	EA	O-RING,ID:266.06MM
16	61115165	1	EA	O-RING,ID:786.760MM
17	61116146	1	EA	O-RING,ID:18.640MM
18	62046591	1	EA	SEAL,PLAIN ENC,OIL,DUO-CONE,MED DIA
19	61173121	3	EA	BOLT,5/8IN,11TPI,UNC,HEX,ZP,3-1/2IN,STL
20	61112774	16	EA	BOLT,SELF-LOCKING,5/8IN,11TPI,HEX
21	62115624	1	EA	KIT,TRACK MASTER BOLT
22	61107730	2	EA	BOLT,5/8IN,11TPI,UNC,HEX
23	61169916	2	EA	WASHER,FLAT,HARD,ID:0.67IN,OD:1.26IN
24	62036798	2	EA	O-RING,ID:16.36MM,THK:2.21MM,NBR
25	61039643	2	EA	O-RING,OD:12.8MM
26	61039644	2	EA	O-RING,OD:16MM,CROSS SECTION DIA:1.8MM
27	61049700	4	EA	SPACER
28	61115330	2	EA	BOLT
29	61099179	2	EA	NUT,SELF-LOCKING,HEX,FLG,5/16IN,STL
30	61049682	2	EA	WASHER,HARD
31	61107730	1	EA	BOLT,5/8IN,11TPI,UNC,HEX
32	61169916	1	EA	WASHER,FLAT,HARD,ID:0.67IN,OD:1.26IN

Fuente. Base de datos de investigación.

En el siguiente diagrama de operaciones de procesos muestra los tiempos y actividades que se realizaron como parte del proceso de instalación, fueron un total de 17 actividades las que se desarrollaron como parte de este, las cuales continúan a partir del paso 17 descrito previamente como parte del proceso de desmontaje. El 100% de actividades realizadas fueron actividades productivas teniendo 11 de operación con un total de 12.5 horas, fueron 6 actividades combinadas con un total de 5 horas.

Figura 13.

Diagrama de operaciones de proceso de instalación



Fuente. Base de datos investigación.

V.1.2. Estimación de la variable.

Variable individual

La efectividad del proceso de mantenimiento de mandos finales en una empresa minera, se calculó tomando en cuenta las dimensiones de la eficiencia y eficacia. Estos resultados representan la reparación de 1 par de mandos finales. En la dimensión eficiencia se calculó los indicadores: eficiencia de mano de obra, eficiencia de materiales, eficiencia económica, eficiencia de tiempo.

1° la eficiencia de mano de obra se calculó a través de la siguiente fórmula.

Eficiencia Mano de Obra (e.MO)

$$\%e.MO. = \frac{\text{Resultado}}{\text{MO utilizada}} * 100$$

Para el cálculo de la eficiencia de mano de obra se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido a que se logró un mantenimiento de mando final.

MO utilizado: 3 (son los tres mantenedores necesarios para desarrollar el mantenimiento)

$$\%e.MO. = \frac{1}{3} * 100$$

$$\%e.MO = 33.3\%$$

2° La eficiencia de materiales se calculó con la siguiente fórmula.

Eficiencia de Materiales (e.m)

$$\%e.m. = \frac{\text{Resultado}}{\text{Materiales usados}} * 100$$

Para el cálculo de la eficiencia materiales se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido a que se logró un mantenimiento de mando final.

Materiales: 32 (ya que se usaron 32 ítems para lograr el mantenimiento del mando final)

$$\%e.m. = \frac{1}{32} * 100$$

$$\%e.m.=3.13 \%$$

3° La eficiencia de costos se calculó con la siguiente fórmula.

Eficiencia de costos (e.c)

$$\%e.c.=\frac{\text{Resultado}}{\text{costos}}*100$$

Para el cálculo de la eficiencia de costos para el mantenimiento de 1 mando final, se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido a que se logró un mantenimiento de mando final

Costos: 7,723.28 soles

$$\%e.c.=\frac{1}{7723.28}*100$$

$$\% e.c.=0.013\%$$

4° La eficiencia de tiempo se calculó con la siguiente fórmula.

Eficiencia de tiempo (e.t)

$$\%e.t.=\frac{\text{Resultado}}{\text{tiempo usado}}*100$$

Para el cálculo de la eficiencia de tiempo se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido a se logró un mantenimiento de mando final.

Tiempo: Se necesitó 32 horas para lograr el mantenimiento.

$$\%e.t.=\frac{1}{32}*100$$

$$\%e.t=3.13\%$$

Para el cálculo de la eficacia se usó la siguiente fórmula.

Eficacia

$$\%eficacia=\frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Resultado previsto}}*100$$

Para el cálculo de la eficacia se tomó en consideración lo siguiente:

El resultado alcanzado y el resultado previsto es 1, debido a que siempre se llega al objetivo de reparar el mando final.

$$\% \text{ eficacia} = 100\%$$

Para el cálculo de la efectividad es necesario tanto la eficiencia como la eficacia.

Efectividad

$$\text{Efectividad} = (\text{eficacia})(\text{eficiencia})$$

$$\text{Efectividad} = (1 * (0.33 + 0.0313 + 0.0313 + 0.00013)) * 100$$

$$\text{Efectividad} = 1 * (0.396) * 100$$

$$\text{Efectividad} = 39\%$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de los indicadores de la efectividad previo al modelo Deming.

Tabla 7.

Estimación de resultados de la variable individual

Variable	Resultado	Dimensiones	Indicador	Resultado
Efectividad	39.6%	Eficiencia	Eficiencia	33.30%
			mano de obra	
			Eficiencia	3.13%
			Materiales	
			Eficiencia de costos	0.013%
			Eficiencia de tiempo	3.13%
		Eficacia	Eficacia	100%

Fuente. Base de datos.

V.2. Implementación de la mejora

V.2.1. Primera vuelta del ciclo Deming

- **Planificar**

Primero, se definió el problema en el proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de orugas D11R. Se detalla el problema en la siguiente tabla.

Tabla 8.

Matriz de definición del problema

¿Qué?	El problema es la falta de identificación del repuesto (parte) que causa la falla en el mando final. Debido a esto, la efectividad no puede incrementar.
¿Cómo?	A través de la determinación de las causas de la falla, realizadas de manera gráfica en el diagrama de causa - efecto. (Figura 13)
¿Dónde?	La falla ocurre en los mandos finales del tractor D11R. Los tres repuestos son parte del mando final.
¿Por qué?	Se requiere realizar el proceso de mantenimiento con un mayor nivel de efectividad, por ello se necesita eliminar actividades y materiales relacionados con repuestos que no forman parte del problema.

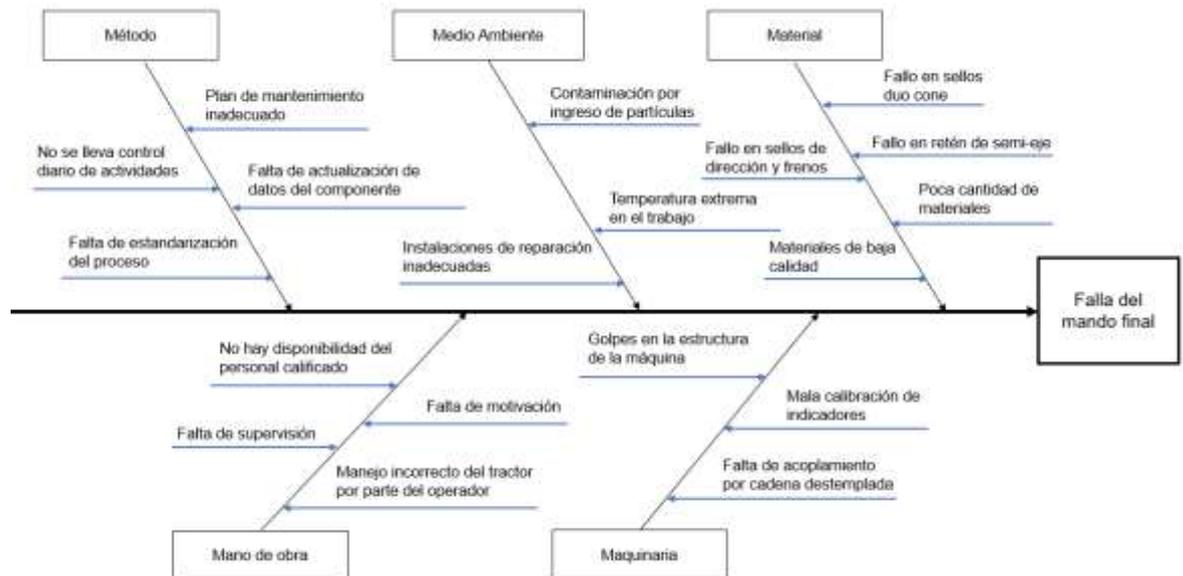
Fuente. Elaboración propia.

Segundo, se determinó la situación actual del proceso. Como factores principales y directos para el cálculo de la eficiencia del proceso, se tiene la mano de obra, materiales, costos y tiempo. La eficacia del proceso actualmente es 100% porque se realiza el mantenimiento del proceso a tiempo. Para el mantenimiento de los mandos finales, es necesario un total de 32 ítems, 32 horas de trabajo, 3 mantenedores y 7,723.28 soles.

Por otra parte, se realizó un diagrama de causa - efecto para determinar las posibles causas en diferentes aspectos que generan el problema.

Figura 14.

Diagrama de causa-efecto



Fuente. Elaboración propia.

Se tuvo que determinar mediante una junta de directivos y análisis del check list (ver anexo 6) la causa más relevante para la falla del mando final. En la junta de directivos se concluyó que la falla definitivamente debía estar dentro del aspecto 'Material'. Esto podría indicar un fallo en uno de los 3 repuestos que componen el mando final: el retén de semieje, los sellos dúo cone o los sellos de dirección y frenos. Según el check list aplicado en la reparación anterior correspondiente a la orden de trabajo número 21351710 (ver anexo 5), el penúltimo concepto "La viscosidad del aceite ha disminuido" tuvo una marca de "Sí"; esto indica directamente un fallo en el retén de semieje debido a que este se encarga de separar el aceite en dos cámaras. Teniendo esta información en cuenta, se concluyó que la causa del fallo del mando final se le atribuye al fallo de retén de semieje.

Ya que se identificó la causa de la falla del mando final, debería existir eliminación de actividades, tiempo, materiales y costos atribuidos a los otros dos componentes del mando final. Esto no causa efectos secundarios ya que según el check list se verificó que no existe problema con ellos. Sin embargo, existe la posibilidad de identificar, durante la reparación, que la causa raíz corresponde a una falla en otra parte (que no sea el retén de semieje). Se ordenaron todos los ítems necesarios

para las tres partes por lo crítico del proceso y el aseguramiento de entrega a tiempo del equipo al usuario.

Para determinar el objetivo en el factor tiempo, se tuvo en cuenta que se tendrá que atribuir la causa raíz a un fallo en una de las tres partes. Esto significa que hay tres escenarios de mejora en cuanto a reducción de actividades y por ende el número de horas. En el mejor escenario, el fallo efectivamente se encuentra en el retén de semieje, por lo que se eliminarían 4 actividades de reparación de sellos dúo cone y sellos del paquete de dirección y frenos; esto supone una reducción de 13 horas en total. En los dos peores escenarios, se supone la eliminación de actividades de reparación del retén: a) reparación de sellos dúo cone o b) reparación de sellos del paquete de dirección y frenos; en estos dos escenarios la reducción de tiempo sería de 7.25 horas, lo cual se redondea a 7 para efectos de planificación en el software. Se procede a plantear el objetivo del tiempo de reparación tomando en cuenta el peor escenario de reducción de actividades y horas.

Adicionalmente, se plantearon los objetivos de esta primera vuelta de mejora bajo el modelo Deming, los cuales son reducir el valor de los factores y así obtener un mayor nivel de efectividad. A continuación, se detallan los mismos.

Tabla 9.

Objetivos planificados para la primera vuelta del ciclo Deming

	Costo	Tiempo	Materiales	Mano de obra
Situación	S/	32	32	3
Actual	7,723.28	horas	ítems	mantenedores
Objetivo 1	< S/	25	< 32	3
planificado	7,723.28	horas	ítems	mantenedores

Fuente. Elaboración propia.

A continuación, se hace un resumen de la contramedida vinculada a la causa raíz, identificada en el diagrama de causa - efecto, "fallo en el retén". Cabe señalar que no se ataca directamente a esta causa, sino a aquellas actividades innecesarias dentro del proceso que no agilicen al reparo de esta causa raíz y por ello, no permiten un incremento del nivel de efectividad en el proceso de mantenimiento.

Tabla 10.

Matriz 5H-2W para la primera vuelta Deming

Problema:	Fallo en el retén
¿Qué?	Eliminar los pasos que no generen valor en los procesos de desmontaje e instalación.
¿Por qué?	Se debe mantener actividades que agilicen el proceso de reparación para hacerlo más efectivo.
¿Quién?	3 mantenedores especializados del área de mantenimiento.
¿Cuándo?	En el próximo mantenimiento correctivo del mando final en el tractor D11R (a demanda).
¿Dónde?	La reparación del mando final se realizará en las instalaciones del taller de mantenimiento de la empresa minera.
¿Cómo?	Reduciendo el número de actividades de manera gráfica en el diagrama de proceso de operaciones y reduciendo el tiempo del proceso a 25 horas (ver anexo 11). Reduciendo el número de ítems, que no se usaron para los pasos eliminados menor a 32 ítems.
¿Cuánto?	El costo del proceso de mantenimiento debe ser menor a 7,723.28 soles.

Fuente. Elaboración propia.

- **Hacer**

Durante el proceso de ejecución de las labores planificadas, debido a la buena condición de las partes, no fue necesario realizar una inspección en los sellos dúo cone ni en el paquete de dirección y frenos, por lo que en el proceso de desmontaje se eliminaron los pasos 16 y 17 (dirigidos a las dos razones descartadas), también resultó innecesario realizar los pasos 18 y 19 del proceso de instalación.

- Descripción de los pasos eliminados:

Paso 16: Inspección de sellos dúo cone.

Paso 17: Inspección del paquete de dirección y frenos.

Paso 18: Cambio de sellos dúo cone de mando final.

Paso 19: Cambio de sellos de paquete de dirección y frenos.

El proceso de mantenimiento tuvo una disminución de 4 actividades quedando con un total de 30 actividades. Para esto fueron necesarias 19 horas distribuidas en el proceso de desmontaje e instalación, el proceso de desmontaje requirió 8.5 horas y el proceso de instalación 10.5 horas. Además, se usaron 22 ítems que sumaron un total de 6,699.18 soles por la reparación de un mando final del tractor D11R. Para el desarrollo del proceso de mantenimiento se necesitó de tres mantenedores que se detallan en la tabla 3, esta cantidad no cambia con respecto a la situación actual porque cada uno sigue cumpliendo una función dentro del proceso.

El paso a paso del proceso de mantenimiento desarrollado se detalla a continuación.

Figura 15.

Pasos en el proceso de reparación del mando final en la primera vuelta del ciclo Deming.



Fuente. Elaboración propia.

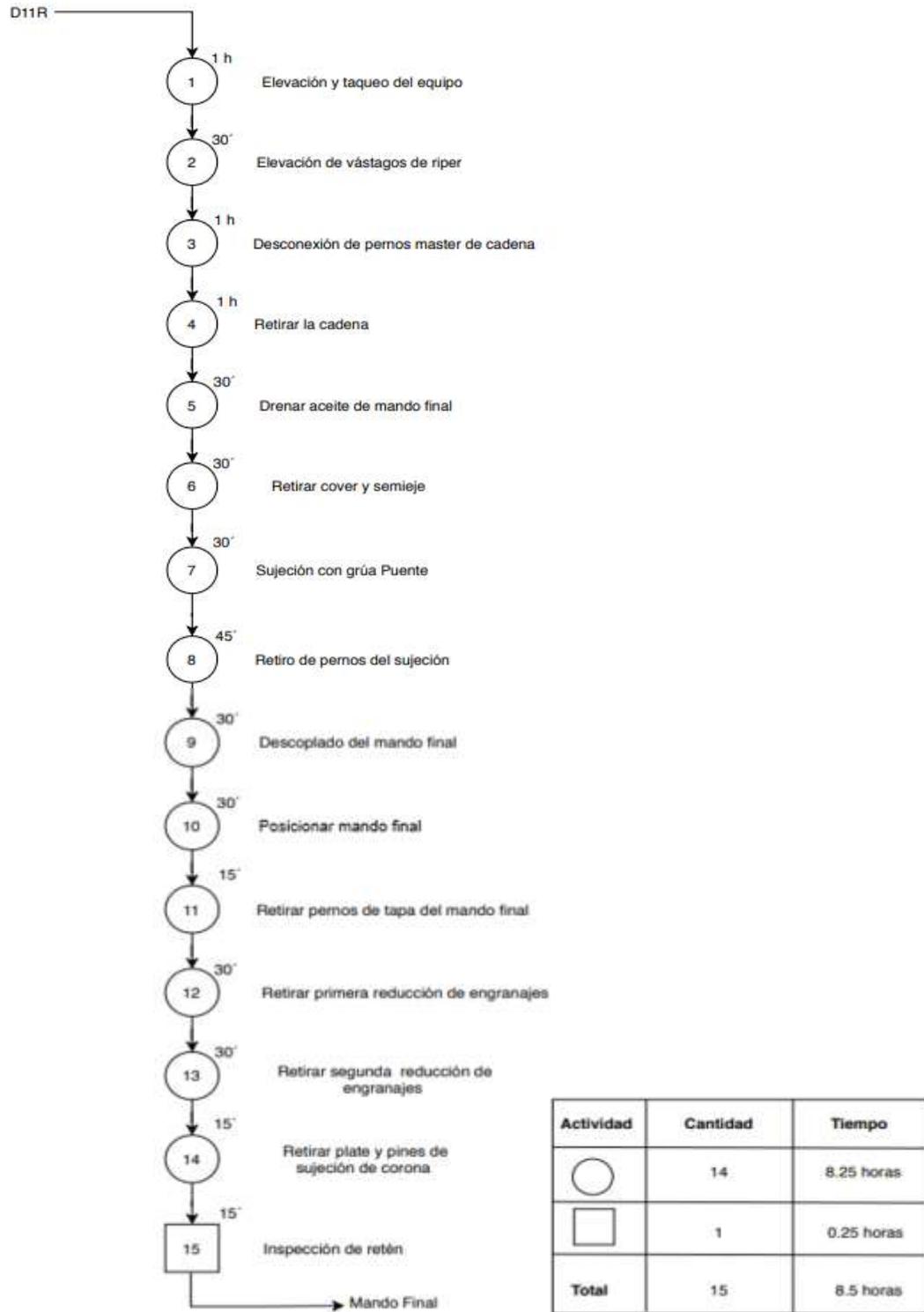
Proceso de desmontaje

En el siguiente diagrama de procesos de operaciones se muestra el trabajo de desmontaje realizado por el área de mantenimiento, el cual se logró en un total de 8.5 horas, todas las 15 actividades identificadas son productivas (operación e inspección). Fueron 14 las actividades de operación y se necesitó un tiempo de 8.25 horas. Además, una actividad de inspección con un tiempo de 0.25 horas.

En este proceso no ingresó ningún material, ya que la naturaleza de este proceso está destinada a desacoplar el mando final del tractor de orugas D11R.

Figura 16.

Diagrama de operaciones del proceso de desmontaje primera vuelta de Deming.



Fuente. Base de datos investigación.

Proceso de instalación

El proceso de instalación conllevó un costo de 6,699.18 soles, a su vez se utilizaron 22 tipos de materiales para continuar con el mantenimiento después del desmontaje. En la siguiente tabla se muestra los materiales con su respectiva descripción.

Tabla 11.

Materiales para el proceso de instalación. Primera vuelta Deming

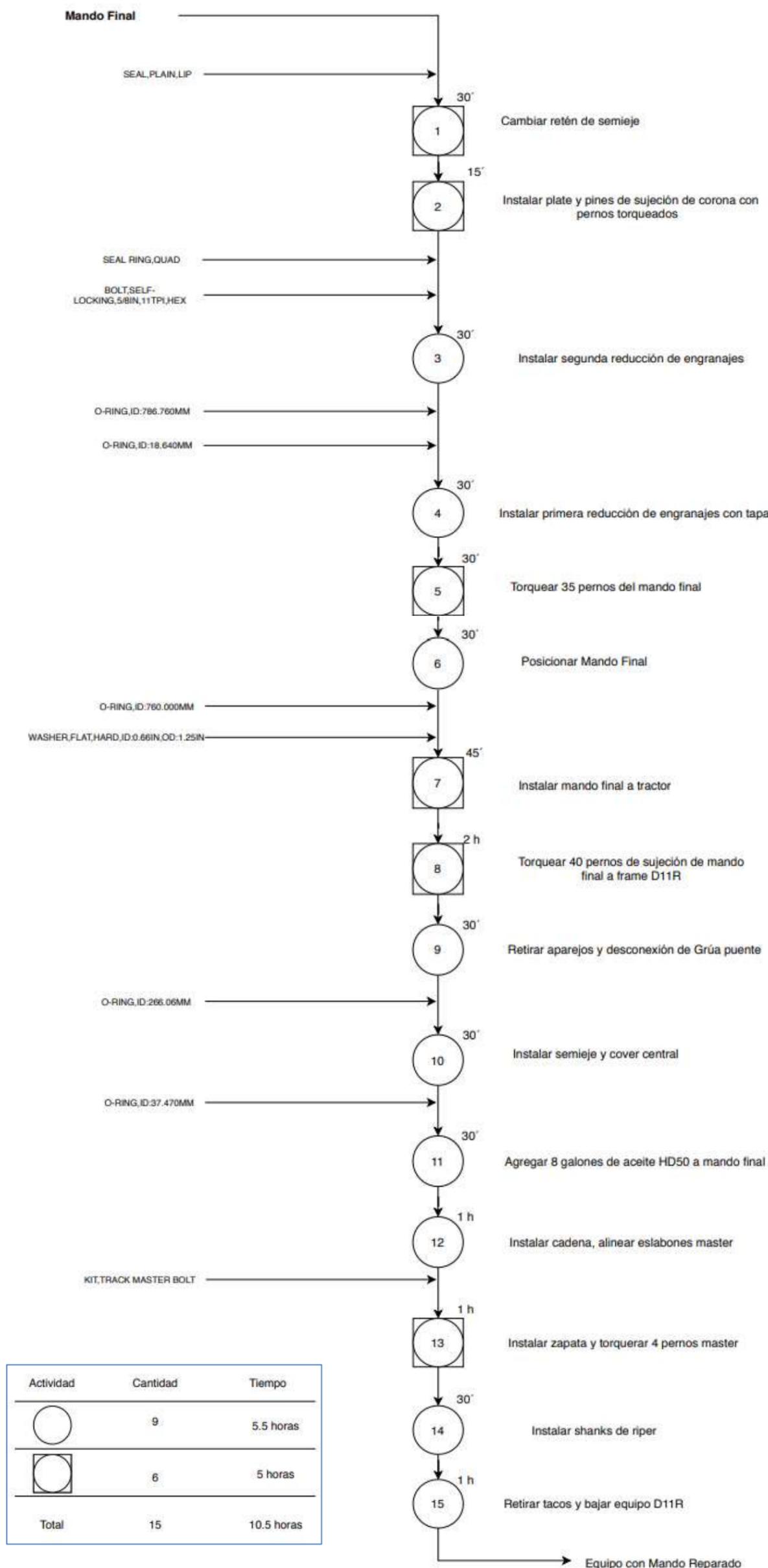
n°	Código material	Cantidad	Unidad	Descripción
1	61102895	2	EA	O-RING,ID:760.000MM
2	61147701	1	EA	SEAL,PLAIN,LIP
3	61147879	4	EA	SEAL RING,QUAD
4	61147743	1	EA	O-RING,ID:266.06MM
5	61115165	1	EA	O-RING,ID:786.760MM
6	61116146	1	EA	O-RING,ID:18.640MM
7	62046591	1	EA	SEAL,PLAIN ENC
8	61173121	3	EA	BOLT,5/8IN,11TPI,UNC,HEX,ZP,3-1/2IN,STL
9	61103003	2	EA	O-RING,ID:456.060MM
10	61116368	1	M	O-RING,ID:40.640MM
11	61065569	2	EA	O-RING,ID:31.34MM
12	61147922	1	EA	O-RING,ID:190.17MM
13	61148179	3	EA	SEAL RING
14	61112774	16	EA	BOLT,SELF-LOCKING,5/8IN,11TPI,HEX
15	61173121	3	EA	BOLT,5/8IN,11TPI,UNC,HEX,ZP,3-1/2IN,STL
16	61169915	3	EA	WASHER,FLAT,HARD,ID:0.66IN,OD:1.25IN
17	61107730	2	EA	BOLT,5/8IN,11TPI,UNC,HEX
18	61169916	2	EA	WASHER,FLAT,HARD,ID:0.67IN,OD:1.26IN
19	61082349	20	EA	PIN
20	61114412	40	EA	BOLT,1IN,8TPI,UNC,HEX,PO4 & OIL COATED
21	61148189	2	EA	RING,THR
22	61176415	1	EA	GREASE,OIL

Fuente. Base de datos investigación.

El siguiente diagrama de operaciones de proceso muestra los tiempos y actividades que se realizaron como parte del proceso de instalación, fueron un total de 15 actividades las que se desarrollaron, las cuales continúan a partir del paso 15 descrito previamente como parte del proceso de desmontaje. El 100% de actividades realizadas fueron actividades productivas, teniendo 9 de operación con un total de 5.5 horas y 6 actividades combinadas con un total de 5 horas.

Figura 17.

Diagrama de operaciones del proceso de instalación primera vuelta de Deming.



Actividad	Cantidad	Tiempo
	9	5.5 horas
	6	5 horas
Total	15	10.5 horas

Fuente. Base de datos investigación.

- **Verificar**

La verificación de la primera vuelta se hizo mediante la estimación de la variable efectividad y cada una de sus dimensiones eficiencia y eficacia. Por otra parte, al comparar los objetivos planificados con los resultados obtenidos, podemos notar que en el hacer se tuvieron mejores resultados que los esperados.

Tabla 12.

Resultados obtenidos versus la planificación de factores para la primera vuelta del ciclo Deming.

	Costo	Tiempo	Materiales	Mano de obra
Objetivo 1 planificado	< S/ 7,723.28	25 horas	< 32 ítems	3 mantenedores
Resultados primera vuelta Deming	S/ 6,699.18	19 horas	22 ítems	3 mantenedores
Cumplimiento del objetivo	115%	132%	145%	100%

Fuente. Elaboración propia.

Para la dimensión eficiencia se calculó los indicadores: eficiencia de mano de obra, eficiencia de materiales, eficiencia económica, eficiencia de tiempo.

1° la eficiencia de mano de obra se calculó a través de la siguiente fórmula.

Eficiencia Mano de Obra (e.MO)

$$\%e.MO. = \frac{\text{Resultado}}{\text{MO utilizada}} * 100$$

Para el cálculo de la eficiencia de mano de obra se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido a que se logró un mantenimiento del mando final.

MO utilizado: 3 (son los tres mantenedores necesarios para desarrollar el mantenimiento).

$$\%e.MO. = \frac{1}{3} * 100$$

$$\%e.MO= 33.3\%$$

2° La eficiencia de materiales se calculó con la siguiente fórmula.

Eficiencia de Materiales (e.m)

$$\%e.m.= \frac{\text{Resultado}}{\text{Materiales usados}} * 100$$

Para el cálculo de la eficiencia de materiales se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido a que se logró un mantenimiento del mando final.

Materiales utilizados: 22 (ya que se usaron 22 ítems para lograr el mantenimiento del mando final)

$$\%e.m.= \frac{1}{22} * 100$$

$$\%e.m.= 4.54 \%$$

3° La eficiencia de costos se calculó con la siguiente fórmula.

Eficiencia de costos (e.c)

$$\%e.c.= \frac{\text{Resultado}}{\text{costos}} * 100$$

Para el cálculo de la eficiencia de costos se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido a que se logró un mantenimiento del mando final.

Costos: 6,699.18 soles

$$\%e.c.= \frac{1}{6,699.18} * 100$$

$$\% e.c.=0.015\%$$

4° La eficiencia de tiempo se calculó con la siguiente fórmula.

Eficiencia de tiempo (e.t)

$$\%e.t. = \frac{\text{Resultado}}{\text{tiempo usado}} * 100$$

Para el cálculo de la eficiencia de tiempo se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido a que se logró un mantenimiento del mando final.

Tiempo utilizado: Se necesitó 19 horas para lograr el mantenimiento.

$$\%e.t. = \frac{1}{19} * 100$$

$$\%e.t. = 5.26\%$$

Para el cálculo de la eficacia se usó la siguiente fórmula.

Eficacia

$$\%eficacia = \frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Resultado previsto}} * 100$$

Para el cálculo de la eficacia se tomó en consideración lo siguiente:

El resultado alcanzado y el resultado previsto es uno, debido que siempre se llega a reparar el mando final.

$$\% \text{ eficacia} = 100\%$$

Para el cálculo de la efectividad es necesario tanto la eficiencia como la eficacia.

Efectividad

$$\text{Efectividad} = (\text{eficacia})(\text{eficiencia})$$

$$\text{Efectividad} = (1 * (0.333 + 0.0454 + 0.00015 + 0.0526)) * 100$$

$$\text{Efectividad} = 1 * (0.432) * 100$$

$$\text{Efectividad} = 43.2\%$$

En la siguiente tabla, se resume los resultados obtenidos de los indicadores de la efectividad bajo el modelo Deming en la primera vuelta.

Tabla 13.

Estimación de resultados de la variable individual.

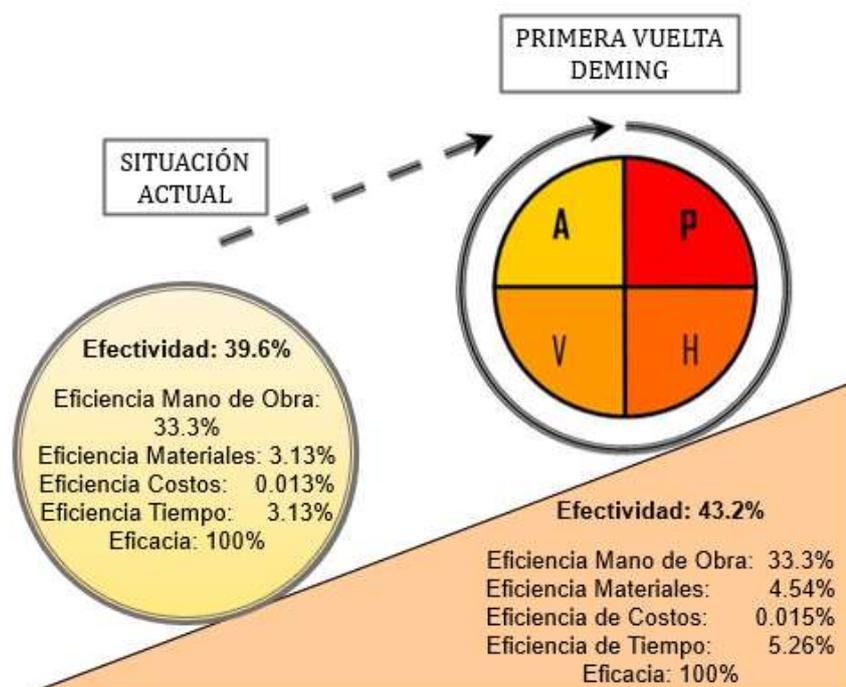
Variable	Resultado	Dimensiones	Indicador	Resultado
Efectividad	43.2%	Eficiencia	Eficiencia mano de obra	33.30%
			Eficiencia materiales	4.54%
			Eficiencia de costos	0.015%
			Eficiencia de tiempo	5.26%
		Eficacia	Eficacia	100%

Fuente. Base de datos.

De manera gráfica se ilustrará la variación de la efectividad y sus componentes entre la situación actual y la mejora después de la primera vuelta del ciclo Deming.

Figura 18.

Comparación de efectividad entre situación actual y primera vuelta Deming.



Fuente. Elaboración propia.

- **Actuar**

Debido a que la fase verificación permitió observar el porcentaje de la efectividad lograda con esta vuelta del ciclo Deming, se tomó la decisión de implementar las mejoras, evaluar los repuestos que fueron necesarios y, a su vez, la factibilidad de hacer una segunda vuelta que obtenga mejores resultados de los obtenidos en la primera vuelta.

V.2.2. Segunda vuelta Ciclo Deming

- **Planificar**

A partir de la primera vuelta exitosa, que logró el incremento de la efectividad y sus indicadores en el proceso de mantenimiento del mando final en base al modelo Deming, se decidió realizar una segunda vuelta en busca de un mayor nivel de efectividad.

Durante la ejecución en la primera vuelta de mejora continua, se comprobó que la causa principal de la falla del mando final era un fallo en el retén de semieje, se planteó identificar y eliminar actividades que consuman tiempo.

Primero, se definió el problema en el proceso de mantenimiento de mando final de la flota de orugas D11R. Se detalla el problema en la siguiente tabla.

Tabla 14.

Matriz de definición del problema

¿Qué?	El problema es la presencia de actividades innecesarias que consumen tiempo en el proceso. Debido a esto, la efectividad no puede incrementar.
¿Cómo?	A través de la identificación de actividades que consumen la mayor cantidad de tiempo de manera gráfica en un diagrama de Gantt.
¿Dónde?	Estas actividades están presentes en el proceso de mantenimiento (reparación) de mando final del tractor D11R.
¿Por qué?	Se requiere realizar el proceso de mantenimiento con un mayor nivel de efectividad, por ello se

necesita eliminar actividades innecesarias que suman tiempo al proceso.

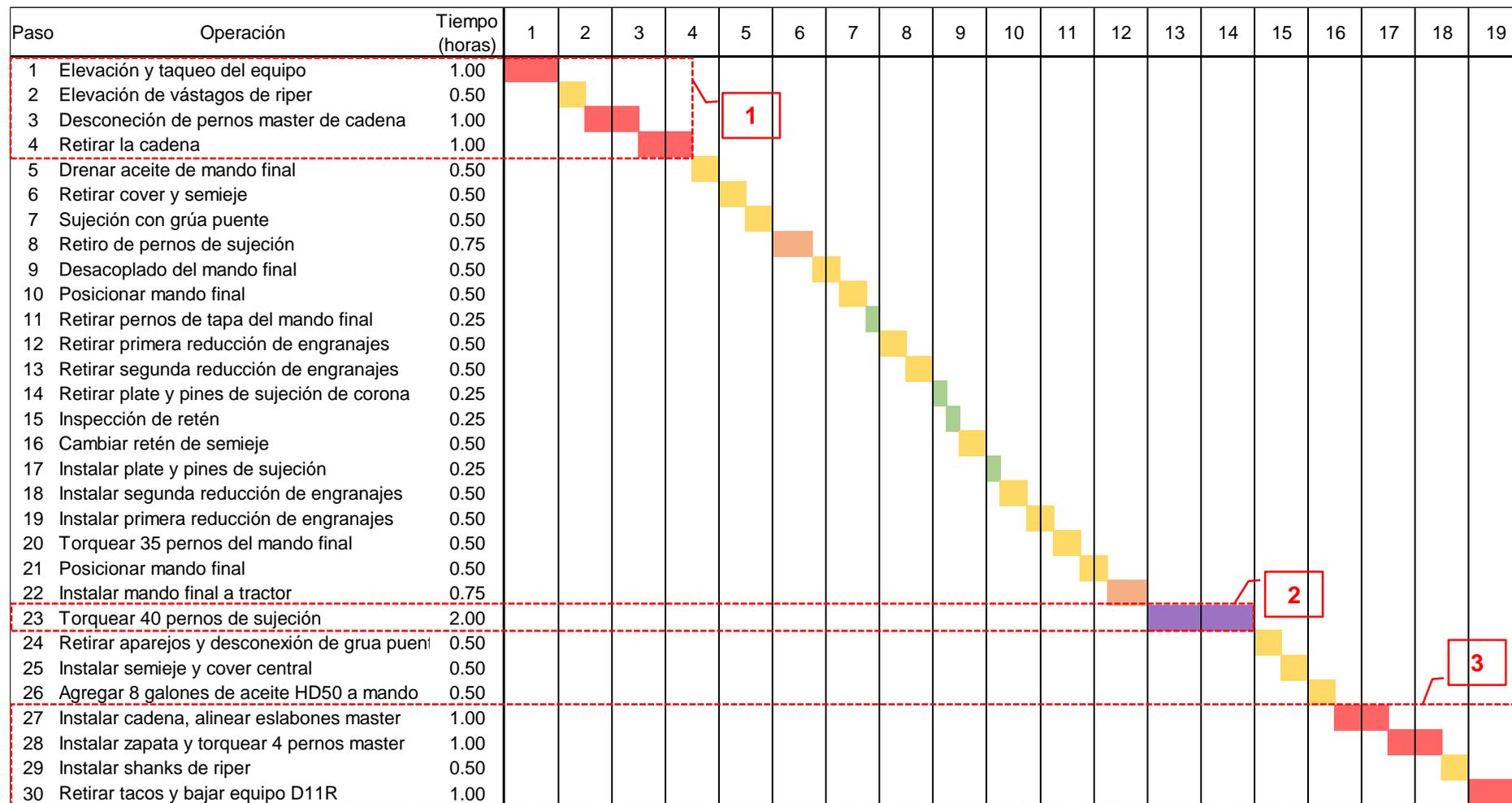
Fuente. Elaboración propia.

Segundo, se determinó la situación actual del proceso. En este punto de la investigación, después de una vuelta del ciclo Deming, el proceso de mantenimiento ha sufrido cambios con respecto a actividades que se solían hacer y ya no. Por ello el requerimiento de tiempo, materiales y costos ha cambiado. La eficacia después de la primera vuelta es 100% porque se realiza el mantenimiento del proceso a tiempo. La efectividad es de 43.2%, lo cual contempla un total de 22 ítems, 19 horas de trabajo, 3 mantenedores y 6,699.18 soles.

Por otra parte, se realizó un diagrama de Gantt para identificar las actividades que consumen tiempo y generan el problema.

Figura 19.

Diagrama de Gantt previo a la segunda vuelta Deming



Fuente. Elaboración propia.

Se observa en el diagrama previo que hay tres puntos críticos, responsables por consumir tiempo en el proceso. El punto 1 refiere al subproceso denominado desmontaje de la cadena del tractor; consta de 4 actividades que suman un total de 3.50 horas. El punto 2 se refiere a la actividad de torque de pernos de sujeción; esta actividad dura 2 horas. El punto 3 hace referencia al subproceso de instalación de la cadena del tractor; consta de 4 actividades que suman un total de 3.50 horas.

Se determinó en una junta de directivos que no era necesario desmontar completamente la cadena del equipo, evitando actividades de desmontaje de elevación y taqueo del equipo. Por ello, se tomó la decisión de eliminar las actividades de los puntos 1 y 3 pertenecientes al desmontaje y montaje de la cadena al tractor, que en total suman 7 horas. Esta decisión no tiene efectos secundarios en la reparación del mando final, la accesibilidad al retén de semieje no se ve afectada.

Ya identificadas las actividades a eliminar, se tiene que recalculan el costo del proceso y el número de materiales a utilizar. No son necesarios materiales tales como pernos de alta dureza de unión de cadena y 40 pernos de anclaje del mando final, por lo que la cantidad de materiales total se reduce a 14 ítems (ver tabla 17). Se planifica que los costos atribuidos a la reparación tomando en cuenta menos actividades e ítems, será de 2,251.77 soles. Ya que se redujeron 7 horas por eliminación de operaciones innecesarias, se fija como objetivo realizar el proceso en 12 horas. La cantidad de mantenedores sigue siendo la misma debido a su especialización en las tareas involucradas. A continuación, se resumen los objetivos planificados.

Tabla 15.

Objetivos planificados para la segunda vuelta del ciclo Deming.

	Costo	Tiempo	Materiales	Mano de obra
Primera	S/	19 horas	22 ítems	3
Vuelta	6,699.18			mantenedores
Objetivo 2	S/	12 horas	14 ítems	3
planificado	2,251.77			mantenedores

Fuente. Elaboración propia.

A continuación, se hace un resumen de la contramedida vinculada a la reducción de tiempo para el incremento de la efectividad del proceso de mantenimiento del mando final.

Tabla 16.

Matriz 5H-2W para la segunda vuelta Deming

Problema:	Presencia de actividades innecesarias
¿Qué?	Eliminar los pasos que no generen valor en los procesos de desmontaje e instalación.
¿Por qué?	Se deben descartar actividades que enlentezcan el proceso. Sin ello, la efectividad no puede incrementar en el proceso de reparación.
¿Quién?	3 mantenedores del proceso de mantenimiento.
¿Cuándo?	En el próximo mantenimiento correctivo del mando final en el tractor D11R (a demanda).
¿Dónde?	La reparación del mando final se realizará en las instalaciones del taller de mantenimiento de la empresa minera.
¿Cómo?	Reduciendo el número de actividades de manera gráfica en el diagrama de proceso de operaciones y reduciendo el tiempo del proceso a 12 horas. Reduciendo el número de ítems que no se usaron en los pasos eliminados, a 14 ítems.
¿Cuánto?	El costo del proceso de mantenimiento debe ser menor a 2,251.77 soles.

Fuente. Elaboración propia.

- **Hacer**

Para hacer de conocimiento al recurso humano involucrado se realizaron reuniones de comunicación previas a la realización del mantenimiento que se muestra en el anexo 7.

El proceso de mantenimiento del mando final constó de un total de 22 actividades (11 en el proceso de desmontaje y 11 en el proceso de instalación), con un tiempo total de 12 horas (5 en el proceso de desmontaje y 7 en el proceso de instalación), fueron necesarios tres mantenedores que se especifican en la tabla 3, y el uso de 14 tipos de materiales (ítems). Todo esto resultó en una reducción de costos llegando a un costo total de 2,251.77 soles. Se redujeron 8 actividades con respecto a la primera vuelta de Deming, el paso a paso se muestra a continuación.

Figura 20.

Pasos en el proceso de reparación del mando final en la segunda vuelta del ciclo Deming.



Fuente. Elaboración propia.

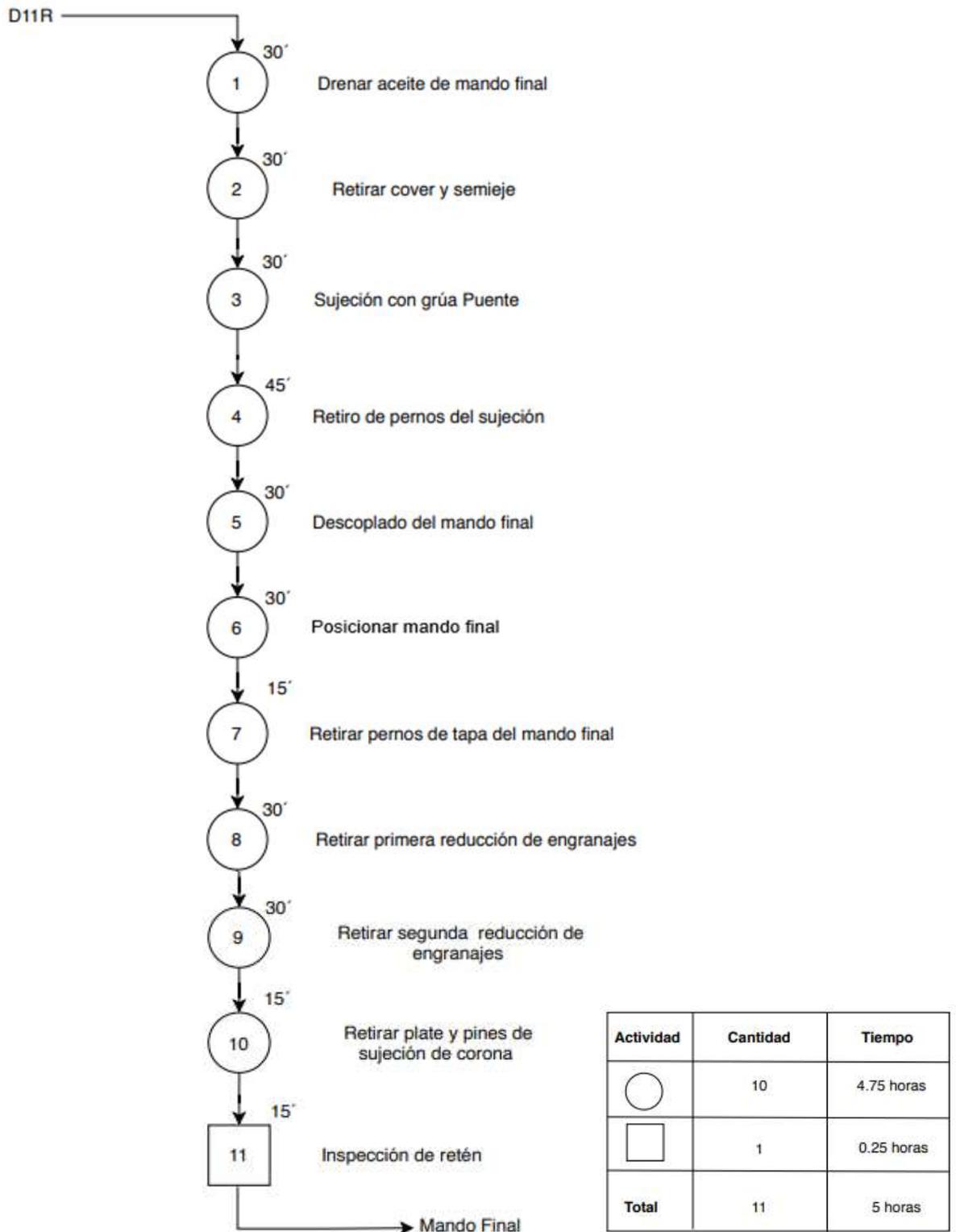
Algunas imágenes del proceso (paso a paso) se aprecian en el Anexo 8.

Proceso de desmontaje

En el siguiente diagrama de procesos de operaciones se muestra el trabajo de desmontaje realizado por el área de mantenimiento, el cual cuenta con un total de 5 horas, todas las actividades (11) identificadas son productivas (operación e inspección). Las actividades de operación fueron un total de 10 que necesitaron un tiempo de 4.75 horas, la actividad de inspección fue una, que necesitó un tiempo de total de 0.25 horas. En esta actividad no ingresó ningún material, ya que la naturaleza de este proceso está destinada a separar el mando final del tractor de orugas D11R.

Figura 21.

Diagrama de operaciones de la segunda vuelta Deming.



Fuente. Base de datos investigación.

Proceso de instalación

En el proceso de instalación se utilizaron 14 tipos de materiales para continuar con el mantenimiento después del desmontaje. En la siguiente tabla se muestra los materiales con su respectiva descripción.

Tabla 17.

Materiales para proceso de instalación, segunda vuelta Deming.

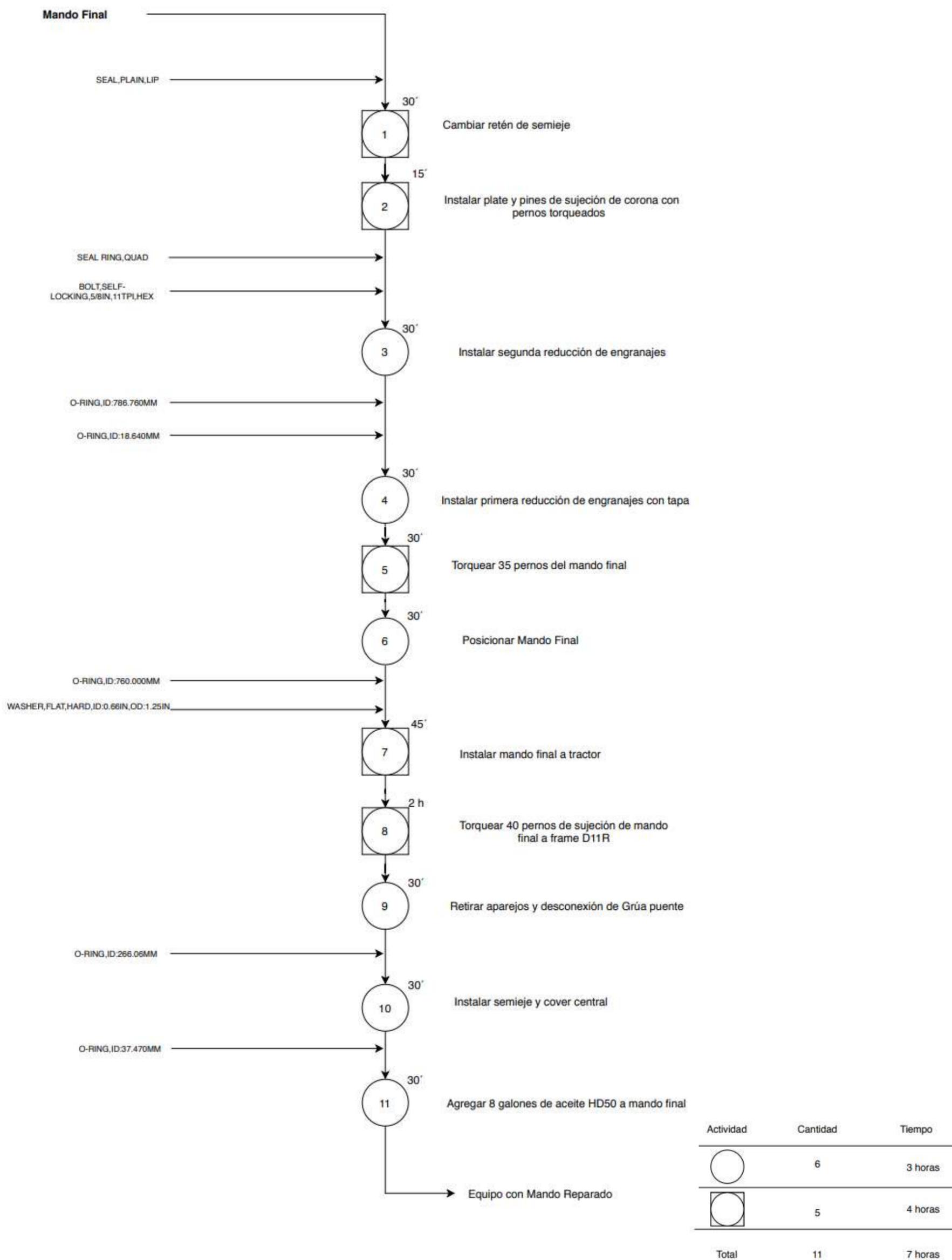
n°	Código material	Cantidad	Unidad	Descripción
1	61102895	2	EA	O-RING,ID:760.000MM
2	61147701	1	EA	SEAL,PLAIN,LIP
3	61147879	4	EA	SEAL RING,QUAD
4	61147743	1	EA	O-RING,ID:266.06MM
5	61115165	1	EA	O-RING,ID:786.760MM
6	61116146	1	EA	O-RING,ID:18.640MM
7	62046591	1	EA	SEAL,PLAIN ENC
8	61173121	3	EA	BOLT,5/8IN,11TPI,UNC,HEX,ZP,3-1/2IN,STL
9	61103003	2	EA	O-RING,ID:456.060MM
10	61116368	1	M	O-RING,ID:40.640MM
11	61065569	2	EA	O-RING,ID:31.34MM
12	61147922	1	EA	O-RING,ID:190.17MM
13	61148179	3	EA	SEAL RING
14	61176415	1	EA	GREASE,OIL

Fuente. Base de datos investigación.

En el siguiente diagrama de operaciones de proceso se muestran los tiempos y actividades que se realizaron como parte del proceso de instalación, fueron un total de 11 actividades las que se desarrollaron como parte de este proceso, las cuales continúan a partir del paso 11 descrito previamente como parte del proceso de desmontaje. El 100% de actividades realizadas fueron actividades productivas, teniendo 6 actividades de operación con un total de 3 horas y 5 actividades combinadas con un total de 4 horas.

Figura 22.

Diagrama de proceso de operaciones de instalación, segunda vuelta Deming.



Fuente. Base de datos investigación.

- **Verificar**

La verificación de la segunda vuelta se hizo mediante la estimación de la variable efectividad y cada una de sus dimensiones, la eficiencia y eficacia. Por otra parte, al comparar los objetivos planificados con los resultados obtenidos, se concluye que la planificación del proceso fue exacta y no hubo holgura o exceso de los factores en el proceso.

Tabla 18.

Resultados obtenidos versus la planificación de factores para la primera vuelta del ciclo Deming.

	Costo	Tiempo	Materiales	Mano de obra
Objetivo 2 planificado	S/ 2,251.77	12 horas	14 ítems	3 mantenedores
Resultados segunda vuelta Deming	S/ 2,251.77	12 horas	14 ítems	3 mantenedores
Cumplimiento del objetivo	100%	100%	100%	100%

Fuente. Elaboración propia.

En la dimensión eficiencia se calculó los indicadores: eficiencia de mano de obra, eficiencia de materiales, eficiencia económica y eficiencia de tiempo.

1° La eficiencia de mano de obra se calculó a través de la siguiente fórmula.

Eficiencia Mano de Obra (e.MO)

$$\%e.MO. = \frac{\text{Resultado}}{\text{MO utilizada}} * 100$$

Para el cálculo de la eficiencia de mano de obra se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido a que se logró un mantenimiento de mando final.

MO utilizado: 3 (son los tres mantenedores necesarios para desarrollar el mantenimiento).

$$\%e.MO. = \frac{1}{3} * 100$$

$$\%e.MO= 33.3\%$$

2° La eficiencia de materiales se calculó con la siguiente fórmula.

Eficiencia de Materiales (e.m)

$$\%e.m.= \frac{\text{Resultado}}{\text{Materiales usados}}*100$$

Para el cálculo de la eficiencia de materiales se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido a que se logró un mantenimiento de mando final.

Materiales: 14 (ya que se usaron 14 ítems para lograr el mantenimiento del mando final).

$$\%e.m.= \frac{1}{14}*100$$

$$\%e.m.= 7.14 \%$$

3° La eficiencia de costos se calculó con la siguiente fórmula.

Eficiencia de costos (e.c)

$$\%e.c.= \frac{\text{Resultado}}{\text{costos}}*100$$

Para el cálculo de la eficiencia de costos se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido a que se logró un mantenimiento del mando final.

Costos: 2,251.77 soles.

$$\%e.c.= \frac{1}{2,251.77}*100$$

$$\% e.c.=0.044\%$$

4° La eficiencia de tiempo se calculó con la siguiente fórmula.

Eficiencia de tiempo (e.t)

$$\%e.t.= \frac{\text{Resultado}}{\text{tiempo usado}}*100$$

Para el cálculo de la eficiencia de tiempo se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido que se logró un mantenimiento del mando final.

Tiempo: Se necesitó 12 horas para lograr el mantenimiento.

$$\%e.t. = \frac{1}{12} * 100$$

$$\%e.t. = 8.33\%$$

Para el cálculo de la eficacia se usó la siguiente fórmula.

Eficacia

$$\%eficacia = \frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Resultado previsto}} * 100$$

Para el cálculo de la eficacia se tomó en consideración lo siguiente:

El resultado alcanzado y el resultado previsto es 1, puesto que siempre se llega a reparar el mando.

$$\% \text{ eficacia} = 100\%$$

Para el cálculo de la efectividad es necesario tanto la eficiencia como la eficacia.

Efectividad

$$\text{Efectividad} = (\text{eficacia})(\text{eficiencia})$$

$$\text{Efectividad} = (1 * (0.333 + 0.0714 + 0.00044 + 0.0833)) * 100$$

$$\text{Efectividad} = 1 * (0.489) * 100$$

$$\text{Efectividad} = 48.9\%$$

En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos de los indicadores de efectividad bajo el modelo Deming en la segunda vuelta.

Tabla 19.

Estimación de resultados de la variable individual.

Variable	Resultado	Dimensiones	Indicador	Resultado
----------	-----------	-------------	-----------	-----------

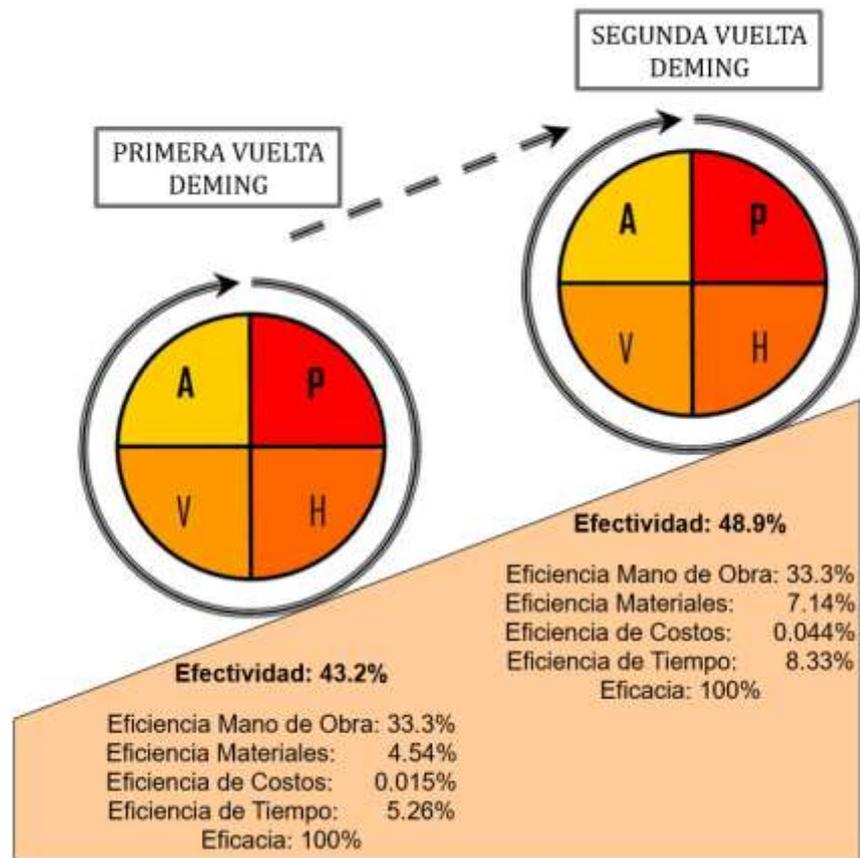
Efectividad	48.9%	Eficiencia	Eficiencia mano de obra	33.30%
			Eficiencia materiales	7.14%
			Eficiencia de costos	0.044%
			Eficiencia de tiempo	8.33%
		Eficacia	Eficacia	100%

Fuente. Base de datos.

De manera gráfica se ilustrará la variación de la efectividad y sus componentes entre la primera y la mejora después de la segunda vuelta del ciclo Deming.

Figura 23.

Comparación de efectividad entre la primera y segunda vuelta Deming.



Fuente. Elaboración propia.

- **Actuar**

Debido a la verificación que permitió observar el porcentaje de la efectividad lograda con esta vuelta del ciclo Deming, se tomó la decisión de implementar estas mejoras y a su vez la factibilidad de hacer una tercera vuelta que obtenga mejores resultados en la efectividad de los previamente logrados.

V.2.3. Tercera vuelta del ciclo Deming

- **Planificar**

A partir de la segunda vuelta exitosa que logró el incremento de indicadores que se realizó con base a Deming en el proceso de mantenimiento de mandos finales, se decidió realizar la tercera vuelta que busca un mayor nivel de efectividad.

Ya que los resultados de la primera y segunda vuelta de mejora continua presentan disminuciones en tiempo, materiales y costos mas no en mano de obra, se planteó como objetivo la disminución de mano de obra (con ello actividades vinculadas al personal) para lograr una mayor efectividad en el proceso de mantenimiento del mando final.

Primero, se definió el problema en el proceso de mantenimiento de mando final de la flota de orugas D11R. Se detalla el problema en la siguiente tabla.

Tabla 20.

Matriz de definición del problema.

¿Qué?	El problema es la falta de disminución de mano de obra en el proceso. Debido a esto, la efectividad no puede incrementar.
¿Cómo?	A través de la identificación de personal y actividades que pueden ser eliminados del proceso de manera gráfica en un diagrama de Gantt.
¿Dónde?	Está presente en el proceso de mantenimiento (reparación) del mando final del tractor D11R.
¿Por qué?	Se requiere realizar el proceso de mantenimiento con un mayor nivel de efectividad, por ello se necesita eliminar personal y actividades innecesarias que suman tiempo al proceso.

Fuente. Elaboración propia.

Segundo, se determinó la situación actual del proceso. En este punto de la investigación, después de la segunda vuelta del ciclo Deming, el proceso de mantenimiento ha sufrido cambios con respecto a la eliminación de actividades que consumían tiempo. Por ello el requerimiento de tiempo, materiales y costos ha cambiado. La eficacia después de la primera vuelta es 100% porque se realiza el mantenimiento del proceso a tiempo. La efectividad es de 48.9%, lo cual contempla un total de 14 ítems, 12 horas de trabajo, 3 mantenedores y 2,251.77 soles.

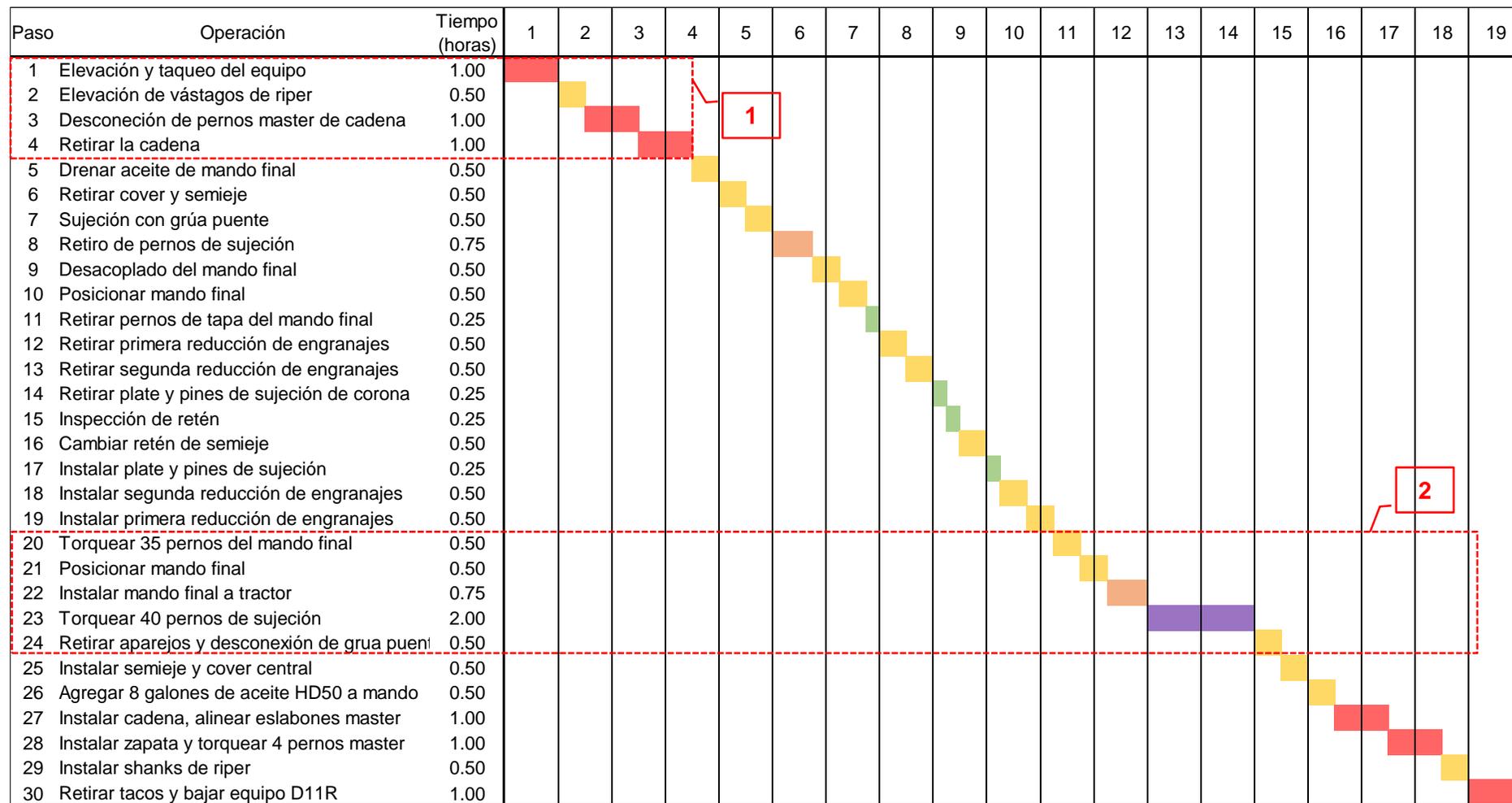
Segundo, se determinó la situación actual del proceso. En este punto de la investigación, después de una vuelta del ciclo Deming, el proceso de mantenimiento ha sufrido cambios con respecto a actividades que se solían hacer y ya no. Por ello el requerimiento de tiempo, materiales y costos ha cambiado. La eficacia después de la primera vuelta es 100% porque se realiza el mantenimiento del proceso a tiempo. La efectividad es de 43.2%, lo cual contempla un total de 22 ítems, 19 horas de trabajo, 3 mantenedores y 6,699.18 soles.

Por otra parte, se realizó un diagrama de Gantt detallado para presentar los mantenedores responsables por cada actividad e identificar cuál puede ser retirado del proceso.

Por otra parte, se realizó un diagrama de Gantt para identificar las actividades que consumen tiempo y generan el problema.

Figura 24.

Diagrama de Gantt previo a la tercera vuelta Deming



Fuente. Elaboración propia

Según el diagrama de Gantt, se pudieron extraer los siguientes datos sobre la mano de obra (ver tabla 5 para información adicional).

Tabla 21.

Resumen de participación de personal en el proceso.

Referencia	Cantidad de actividades a cargo	Tiempo total (horas)
M1	7	3.25
M2	7	2.75
M3	8	6.00

Fuente. Base de datos de la empresa.

Se observa en el diagrama de Gantt que hay dos puntos críticos, que corresponden al procedimiento de izaje de alto tonelaje. Este procedimiento consiste en 8 actividades, 4 para el desmontaje del mando final y 4 para el montaje del mando final. El punto 1 tiene como duración un total de 2.25 horas como suma de sus 4 actividades. El punto 2 suma en total 3.75 horas; además, contiene la actividad de torque de pernos de sujeción la cual dura 2 horas debido a la precisión de la tarea. El procedimiento de retirar el mando final del tractor D11R está a cargo de el mantenedor 3, que según la tabla 21, invierte 6 horas operando la grúa puente.

Se determinó en una junta de directivos que no era necesario desmontar el mando final del equipo debido a que la grúa puente se utilizaba para extraer componentes pesados como los sellos dúo cone y el paquete de sellos de dirección y freno. Por ello, se tomó la decisión de eliminar las actividades de los Puntos 1 y 2 del diagrama de Gantt, pertenecientes al izaje de alto tonelaje, que en total suman 6 horas.

Ya identificadas las actividades a eliminar, se tiene que recalcular el costo del proceso y el número de materiales a utilizar. Se hizo uso de solo 6 ítems generando que el costo de mantenimiento sea de 1,331.97 soles. Ya que se redujeron 8 horas por eliminación del procedimiento de izaje se fija como objetivo realizar el proceso en 6 horas. El recurso humano disminuyó puesto que se eliminó la actividad del desmontaje del mando final de la máquina D11R, el componente de gran peso conllevaba al uso obligatorio del mantenedor rigger para dirigir la grúa puente. A continuación, se resumen los objetivos planificados.

Tabla 22.

Objetivos planificados para la tercera vuelta del ciclo Deming.

	Costo	Tiempo	Materiales	Mano de obra
Segunda Vuelta	S/ 2,251.77	12 horas	14 ítems	3 mantenedores
Objetivo 3 planificado	S/ 1,331.97	6 horas	6 ítems	2 mantenedores

Fuente. Elaboración propia.

A continuación, se hace un resumen de la contramedida vinculada a la reducción de mano de obra para el incremento de la efectividad del proceso de mantenimiento del mando final.

Tabla 23.

Matriz 5H-2W para la tercera vuelta Deming.

Problema:	Falta de disminución de mano de obra
¿Qué?	Excluir la mano de obra que no generen valor en los procesos de desmontaje e instalación.
¿Por qué?	Se deben disminuir actividades vinculadas a un mantenedor que prologuen el proceso. Sin ello, la efectividad no puede incrementar en el proceso de reparación.
¿Quién?	2 mantenedores del proceso de mantenimiento.
¿Cuándo?	En el próximo mantenimiento correctivo del mando final en el tractor D11R (a demanda).
¿Dónde?	La reparación del mando final se realizará en las instalaciones del taller de mantenimiento de la empresa minera.
¿Cómo?	Reduciendo el número de actividades de manera gráfica en el diagrama de proceso de operaciones y reduciendo el tiempo del proceso a 6 horas. Reduciendo el número de ítems que no se usaron en los pasos eliminados, a 6 ítems.
¿Cuánto?	El costo del proceso de mantenimiento debe ser menor a 1,331.97 soles.

Fuente. Elaboración propia.

- **Hacer**

Se utilizó el anexo 9: Evaluación de dirección y frenos que ayudó a corroborar que el mantenimiento del mando final se estuvo haciendo de manera adecuada en el desarrollo de la OT (orden de trabajo) 21611776 que se encuentra en el anexo 10.

Este proceso de mantenimiento se logró realizar en sólo 6 horas (2.75 en el proceso de desmontaje y 3.25 horas en el proceso de instalación), debido a que se redujeron de la segunda vuelta un total de 8 actividades, logrando realizar el mantenimiento solo en 14 actividades. Para la realización del mantenimiento solo se necesitaron 2 trabajadores como se especifica en la tabla 21.

Tabla 24.

Personal necesario para el desarrollo del mantenimiento.

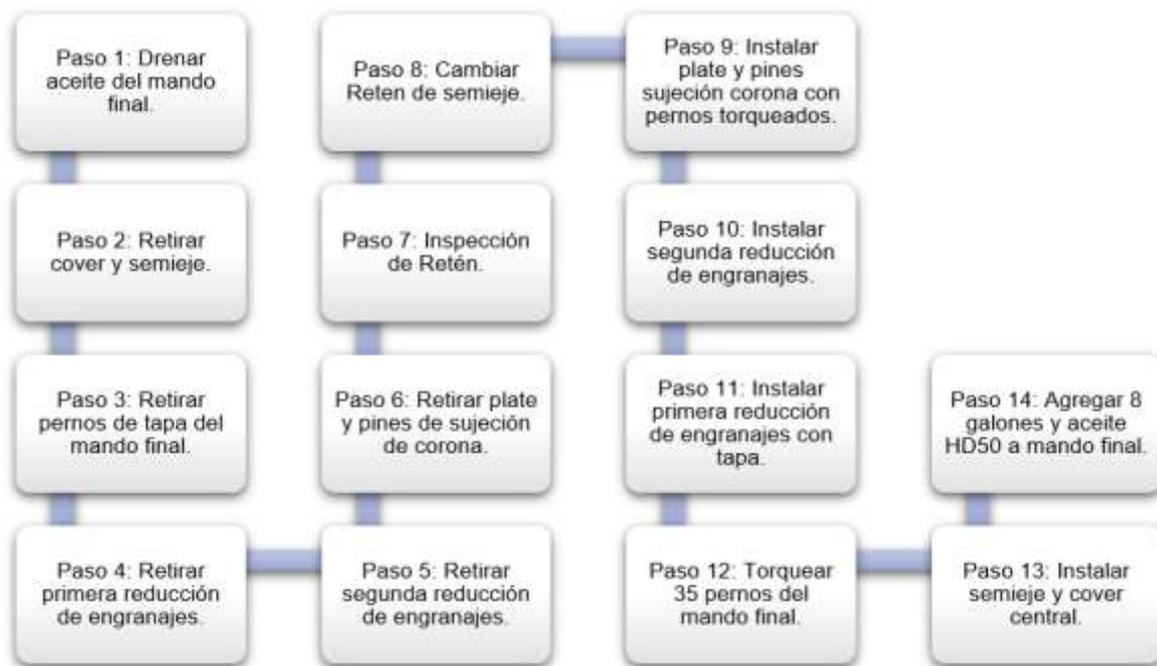
Cantidad	Descripción	Características
01	Mantenedor de equipo pesado.	Técnico grado 7, responsable de mantenimiento.
01	Mantenedor de equipo pesado	Técnico grado 6, soporte a técnico grado 7.

Fuente. Base de datos de la empresa.

El paso a paso del proceso que se realizó se especifica a continuación.

Figura 25.

Pasos en el proceso de reparación del mando final en la tercera vuelta del ciclo Deming.



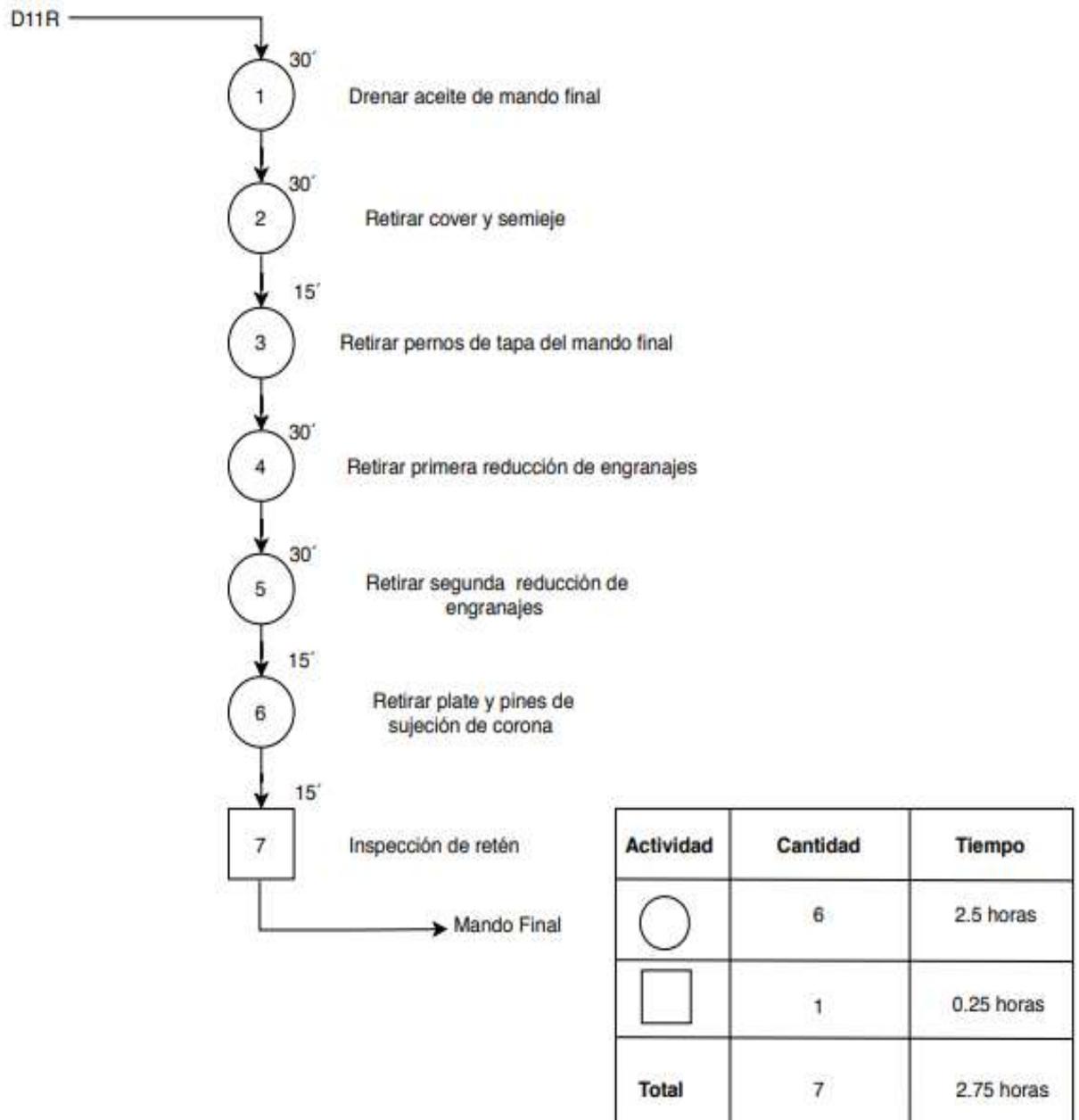
Fuente. Elaboración propia.

Proceso de desmontaje

En el siguiente diagrama de procesos de operaciones se muestra el trabajo de desmontaje realizado por el área de mantenimiento, el cual contó con un total de 2.75 horas, todas las actividades (7) identificadas son productivas (operación e inspección). Las actividades de operación fueron un total de 6 que necesitaron un tiempo de 2.5 horas, fue una la actividad de inspección que necesitó un tiempo de 0.25 horas. En esta actividad no ingresó ningún material, ya que la naturaleza de este proceso está destinada a retirar los componentes internos del mando final del tractor de orugas D11R.

Figura 26.

Diagrama de proceso de operaciones de desmontaje en la tercera vuelta del ciclo Deming.



Fuente. Base de datos investigación.

Proceso de instalación

En el proceso de instalación se utilizaron 6 tipos de materiales para continuar con el mantenimiento después del desmontaje. En la siguiente tabla se muestra los materiales con su respectiva descripción.

Tabla 25.

Materiales para proceso de instalación tercera vuelta Deming.

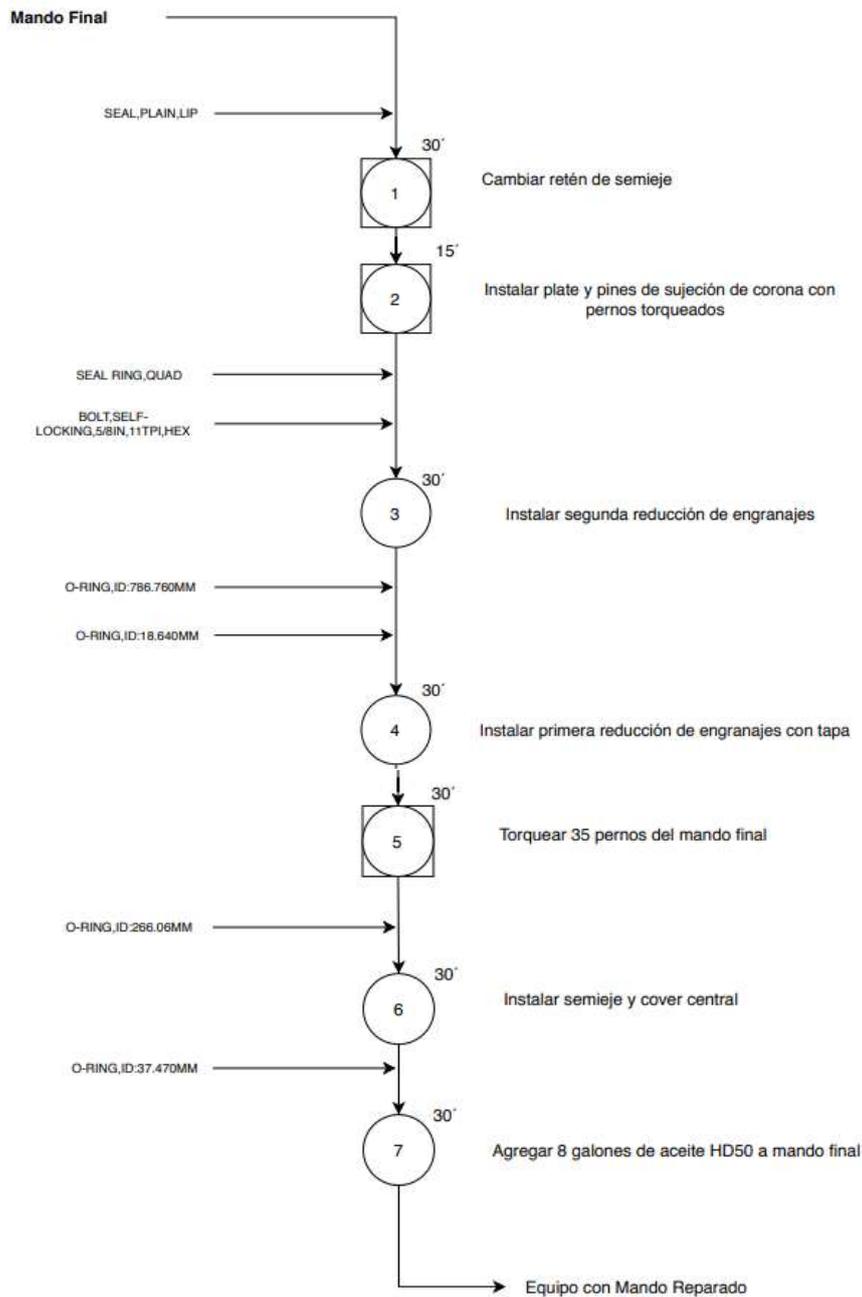
n°	Código material	Cantidad	Unidad	Descripción
1	61147701	1	EA	SEAL,PLAIN,LIP
2	61147743	1	EA	O-RING,ID:266.06MM
3	61115165	1	EA	O-RING,ID:786.760MM
4	61116146	1	EA	O-RING,ID:18.640MM
5	61112774	16	EA	BOLT,SELF-LOCKING,5/8IN,11TPI,HE X
6	61176415	1	EA	GREASE,OIL

Fuente. Base de datos investigación.

En el siguiente diagrama de operaciones de proceso se muestran los tiempos y actividades que se realizaron como parte del proceso de instalación, fueron un total de 7 actividades las que se desarrollaron con una duración total de 3.15 horas, las cuales continúan a partir del paso 7 descrito previamente como parte del proceso de desmontaje. El 100% de actividades realizadas fueron actividades productivas teniendo 4 de operación con un total de 2 horas y 3 actividades combinadas con un total de 1.25 horas.

Figura 27.

Diagrama de procesos de operaciones de instalación en la tercera vuelta del ciclo Deming.



Actividad	Cantidad	Tiempo
○	4	2 horas
◻	3	1.25 horas
Total	7	3.25 horas

Fuente. Base de datos investigación.

- **Verificar**

La verificación de la tercera vuelta se hizo mediante la estimación de la variable efectividad y cada una de sus dimensiones, la eficiencia y eficacia. Por otra parte, al comparar los objetivos planificados con los resultados obtenidos, se concluye que la planificación del proceso fue exacta y no hubo holgura o exceso de los factores en el proceso.

Tabla 26.

Resultados obtenidos versus la planificación de factores para la primera vuelta del ciclo Deming.

	Costo	Tiempo	Materiales	Mano de obra
Objetivo 3	S/	6	6	2
planificado	1,331.97	horas	ítems	mantenedores
Resultados segunda	S/	6	6	2
vuelta Deming	1,331.97	horas	ítems	mantenedores
Cumplimiento del	100%	100%	100%	100%
objetivo				

Fuente. Elaboración propia.

En la dimensión eficiencia se calculó los indicadores: eficiencia de mano de obra, eficiencia de materiales, eficiencia económica y eficiencia de tiempo.

1° La eficiencia de mano de obra se calculó a través de la siguiente fórmula.

Eficiencia Mano de Obra (e.MO)

$$\%e.MO. = \frac{\text{Resultado}}{\text{MO utilizada}} * 100$$

Para el cálculo de la eficiencia de mano de obra se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido a que se logró un mantenimiento del mando final.

MO utilizado: 2 (son los dos mantenedores necesarios para desarrollar el mantenimiento).

$$\%e.MO. = \frac{1}{2} * 100$$

$$\%e.MO = 50\%$$

2° La eficiencia de materiales se calculó con la siguiente fórmula.

Eficiencia de Materiales (e.m)

$$\%e.m. = \frac{\text{Resultado}}{\text{Materiales usados}} * 100$$

Para el cálculo de la eficiencia de materiales se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido a que se logró un mantenimiento del mando final.

Materiales: 6 (ya que se usaron 6 ítems para lograr el mantenimiento del mando final).

$$\%e.m. = \frac{1}{6} * 100$$

$$\%e.m. = 17 \%$$

3° La eficiencia de costos se calculó con la siguiente fórmula.

Eficiencia de costos (e.c)

$$\%e.c. = \frac{\text{Resultado}}{\text{costos}} * 100$$

Para el cálculo de la eficiencia de costos para el mantenimiento de un mando final se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido a que se logró un mantenimiento del mando final.

Costos: 1,331.97 soles.

$$\%e.c. = \frac{1}{1,331.97} * 100$$

$$\% e.c. = 0.075\%$$

4° La eficiencia de tiempo se calculó con la siguiente fórmula.

Eficiencia de tiempo (e.t)

$$\%e.t. = \frac{\text{Resultado}}{\text{tiempo usado}} * 100$$

Para el cálculo de la eficiencia de tiempo se utilizaron los siguientes datos:

Resultado: es 1, debido a que se logró un mantenimiento del mando final.

Tiempo: Se necesitaron 6 horas para lograr el mantenimiento.

$$\%e.t. = \frac{1}{6} * 100$$

$$\%e.t = 17\%$$

Para el cálculo de la eficacia se usó la siguiente fórmula.

Eficacia

$$\%eficacia = \frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Resultado previsto}} * 100$$

Para el cálculo de la eficacia se tomó en consideración lo siguiente:

El resultado alcanzado y el resultado previsto es 1 puesto que siempre se llega a reparar el mando.

$$\% \text{ eficacia} = 100\%$$

Para el cálculo de la efectividad es necesario tanto la eficiencia como la eficacia.

Efectividad

$$\text{Efectividad} = (\text{eficacia})(\text{eficiencia})$$

$$\text{Efectividad} = (1 * (0.5 + 0.167 + 0.00075 + 0.167)) * 100$$

$$\text{Efectividad} = 1 * (0.834) * 100$$

$$\text{Efectividad} = 83.4\%$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de los indicadores de la efectividad bajo el modelo Deming en la tercera vuelta.

Tabla 27.

Estimación de resultados de la variable individual.

Variable	Resultado	Dimensiones	Indicador	Resultado
----------	-----------	-------------	-----------	-----------

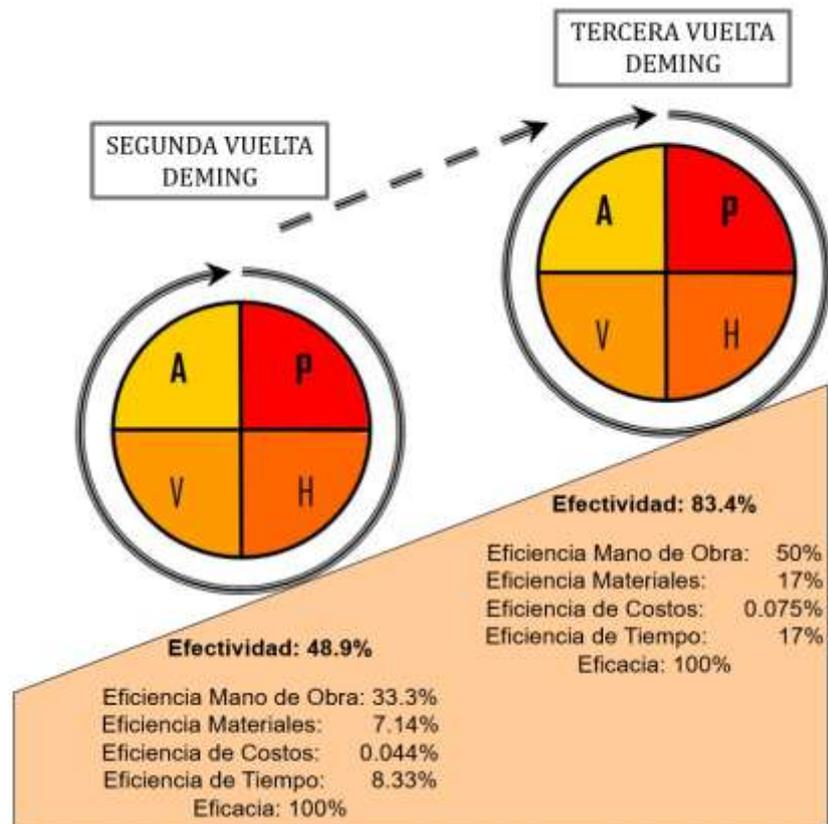
Efectividad	83.4%	Eficiencia	Eficiencia mano de obra	50%
			Eficiencia materiales	17%
			Eficiencia de costos	0.075%
			Eficiencia de tiempo	17%
		Eficacia	Eficacia	100%

Fuente. Base de datos.

De manera gráfica se ilustrará la variación de la efectividad y sus componentes entre la segunda y la mejora después de la tercera vuelta del ciclo Deming.

Figura 28.

Comparación de efectividad entre la segunda y tercera vuelta Deming.



Fuente. Elaboración propia.

- **Actuar**

Debido a que se logró un porcentaje de efectividad aceptable por parte del área de mantenimiento y el jefe de mantenimiento con esta vuelta del ciclo Deming, se tomó la decisión de implementar estas mejoras y estandarizar el proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota auxiliar D11R para ejecutarlo en los sucesivos procesos de mantenimiento.

V.3. Análisis descriptivo

V.3.1. Resultado de la dimensión Eficiencia

La dimensión eficiencia tiene cuatro indicadores: Eficiencia de mano de obra, eficiencia de materiales, eficiencia de costos y eficiencia de tiempo.

Eficiencia de mano de obra

Para la eficiencia de mano de obra se tienen los siguientes datos consignados en la tabla.

Tabla 28.

Eficiencia de mano de obra.

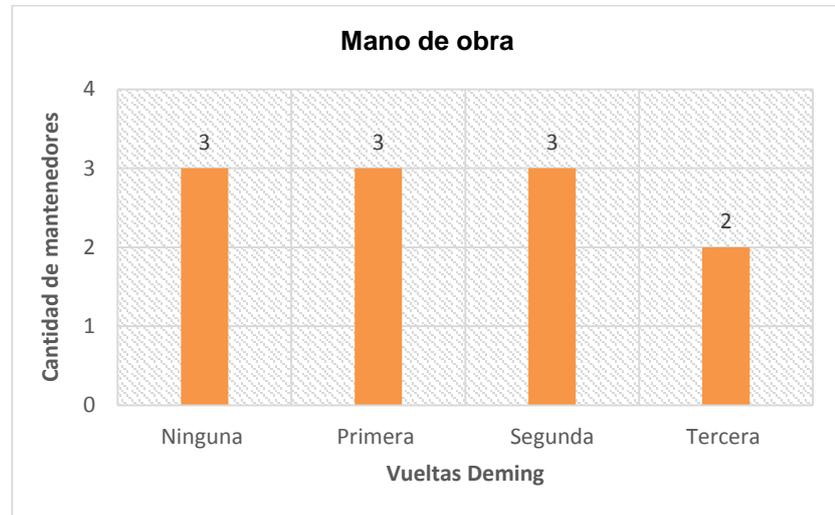
Vuelta modelo Deming	Mano de obra	Eficiencia Mano de obra %	Aumento
Ninguna	3	33%	
Primera	3	33%	0%
Segunda	3	33%	0%
Tercera	2	50%	17%

Fuente. Registro de observación.

Nota. La mano de obra necesaria desde el diagnóstico hasta la segunda vuelta del modelo Deming fue de 3 mantenedores. Solo en la tercera vuelta disminuyó a dos mantenedores y por ende se evidencia el incremento de la eficiencia de mano de obra hasta un 50%.

Figura 29.

Mano de obra.

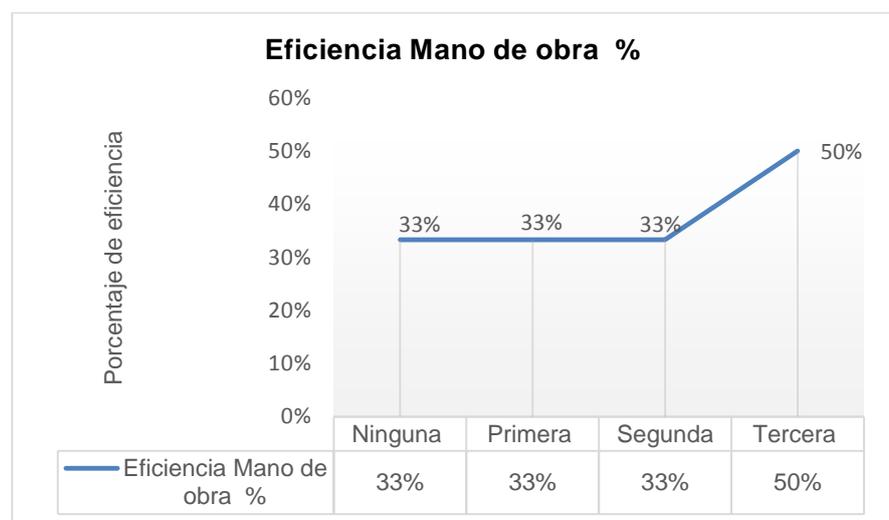


Fuente. Registro de observación.

Nota. La mano de obra necesaria para el proceso de mantenimiento de mandos finales D11R, solo sufrió cambios en la tercera vuelta de Deming debido a la eliminación de procesos y de 1 trabajador.

Figura 30.

Eficiencia de mano de obra.



Fuente. Registro de observación.

Nota. En la figura se observa la variación de la eficiencia de mano de obra, la cual en la tercera vuelta de Deming logró un aumento con respecto a las tres situaciones anteriores del 17%. Tanto en ninguna como la primera y segunda vuelta, la eficiencia de mano de obra fue de 33%. Solo en la tercera vuelta la eficiencia de mano de obra es del 50%, ya que se disminuye la cantidad de mano de obra para el desarrollo del mantenimiento de mandos finales del equipo D11R.

Eficiencia de Materiales

Para la eficiencia de materiales se tienen los siguientes datos consignados en la tabla 29.

Tabla 29.

Eficiencia de Materiales.

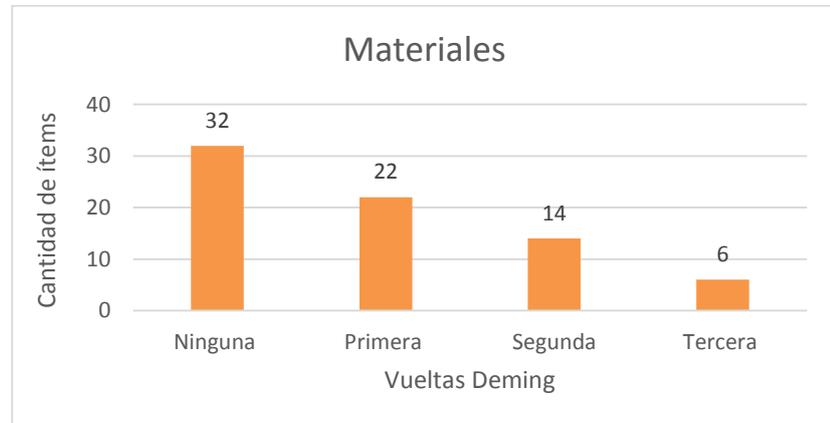
Vuelta modelo Deming	Materiales	Eficiencia Materiales %	Aumento
Ninguna	32	3.1%	
Primera	22	4.5%	1.4%
Segunda	14	7.1%	2.6%
Tercera	6	16.7%	9.6%

Fuente. Registro de observación.

Nota. La cantidad de ítems (materiales) fueron disminuyendo en cada una de las vueltas del modelo Deming debido a que las actividades disminuyeron. Al disminuir los materiales se evidencia el incremento en el porcentaje de eficiencia de materiales.

Figura 31.

Materiales (Tipos de ítems utilizados).

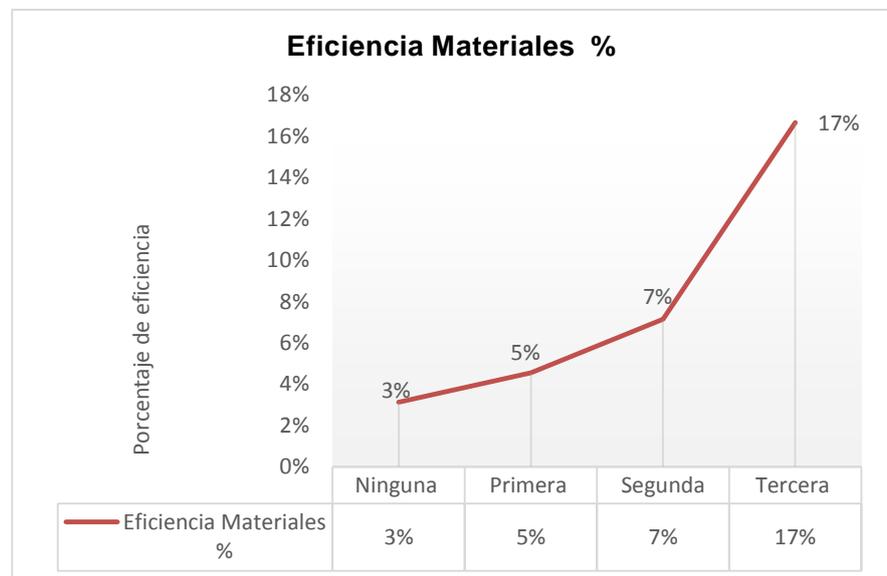


Fuente. Registro de observación.

Nota. Se muestra cómo el modelo Deming logró en la tercera vuelta un total de 6 tipos de ítems a diferencia de los 32 que se usaban cuando el proceso no estaba bajo el modelo Deming.

Figura 32.

Eficiencia de Materiales.



Fuente. Registro de observación.

Nota. En la figura se evidencia la variación de la eficiencia de materiales bajo el modelo Deming en el proceso de mantenimiento de mandos finales del tractor de orugas D11R. Tras la primera vuelta la eficiencia

incrementó en 2%, en la segunda vuelta incrementa en un 2%, en la tercera vuelta alcanzó el 17%, lo que refleja un incremento del 10% frente a la segunda vuelta.

La eficiencia de materiales logró incrementar un 14% desde la situación inicial hasta la última vuelta del modelo Deming en el proceso de mantenimiento de mandos finales del equipo D11R.

Eficiencia de costos

Para la eficiencia de costos se tienen los siguientes datos consignados en la tabla.

Tabla 30.

Eficiencia de costos.

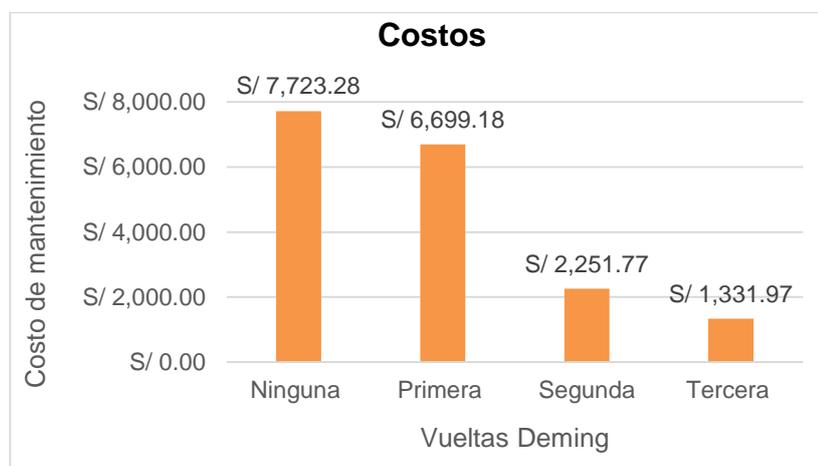
Vuelta modelo Deming	Costos	Eficiencia costos %	Aumento
Ninguna	S/ 7,723.28	0.013%	
Primera	S/ 6,699.18	0.015%	0.002%
Segunda	S/ 2,251.77	0.044%	0.029%
Tercera	S/ 1,331.97	0.075%	0.031%

Fuente. Registro de observación.

Nota. La disminución de costos se ve reflejada en cada vuelta del modelo Deming de ser 7,723.28 soles a 1,331.97 soles en la tercera vuelta lo que refleja una disminución de 6,391.31 soles y un incremento en la eficiencia de 0.062% para el logro de mantenimiento de mandos finales.

Figura 33.

Costos de mantenimiento de mandos finales D11R.

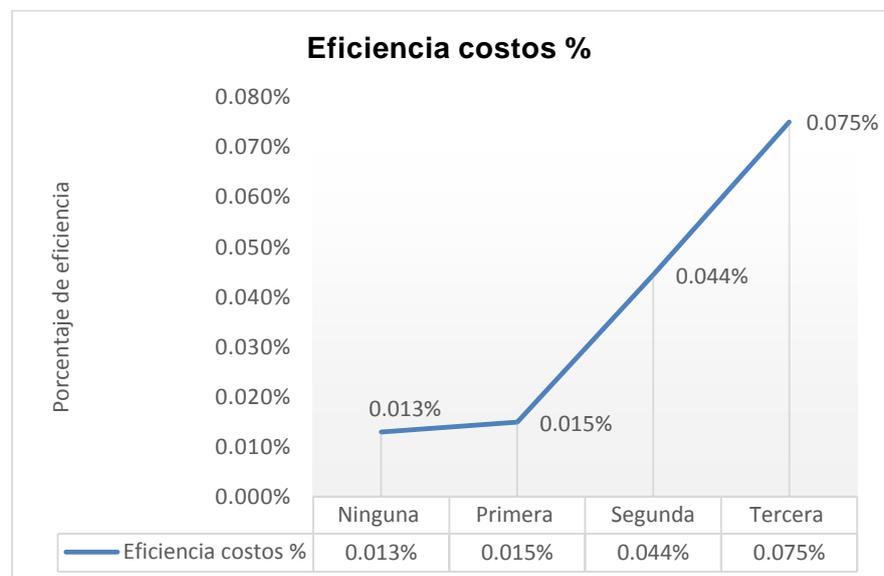


Fuente. Registro de observación.

Nota. En la tabla 30 y figura 33 se muestran los cambios de la eficiencia de costos bajo el modelo Deming del proceso de mantenimiento de mando final del equipo D11R desde la situación inicial hasta la última de las vueltas Deming. Los costos fueron disminuyendo en cada vuelta del modelo Deming.

Figura 34.

Eficiencia de costos.



Fuente. Registro de observación.

Nota. En la figura 34 se evidencia la variación de la eficiencia de costos bajo el modelo Deming. Cuando no se aplicó el modelo Deming la eficiencia de costos fue de 0.013%, en la primera vuelta incrementó en un 0.002% logrando una eficiencia de 0.015%, en la segunda vuelta incremento en 0.029% con respecto a la primera vuelta logrando una eficiencia de 0.044%, en la tercera vuelta incrementó 0.031% con respecto a la segunda vuelta logrando una eficiencia de costos de 0.075%.

La eficiencia de costos logró un incremento de 0.062% en la tercera vuelta con respecto a cuando no se aplicaba el modelo Deming.

Eficiencia de tiempo

Para la eficiencia de tiempo se presentan los datos consignados en la siguiente tabla.

Tabla 31.

Eficiencia de tiempo.

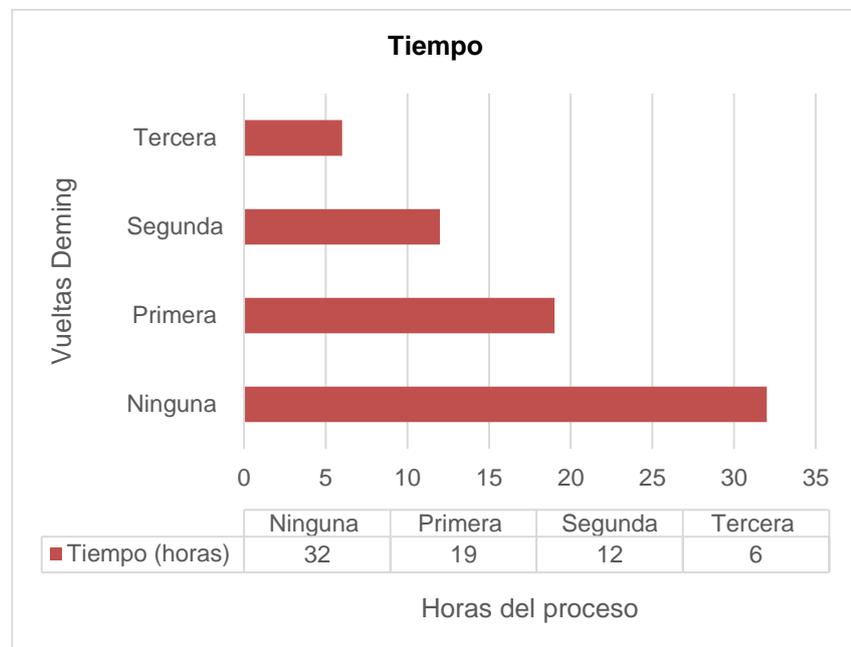
Vuelta modelo Deming	Tiempo (horas)	Eficiencia de tiempo %	Aumento
Ninguna	32	3.1%	
Primera	19	5.3%	2.2%
Segunda	12	8.3%	3.0%
Tercera	6	16.7%	8.4%

Fuente. Registro de observación.

Nota. La tabla muestra las variaciones en el tiempo en horas necesarias para el proceso de mantenimiento de mandos finales; al inicio se necesitaron 32 horas y en la tercera vuelta se necesitaron 6 horas solamente, lo que significa 26 horas menos de las necesarias inicialmente.

Figura 35.

Tiempo utilizado en el proceso de mantenimiento de mando final de D11R.



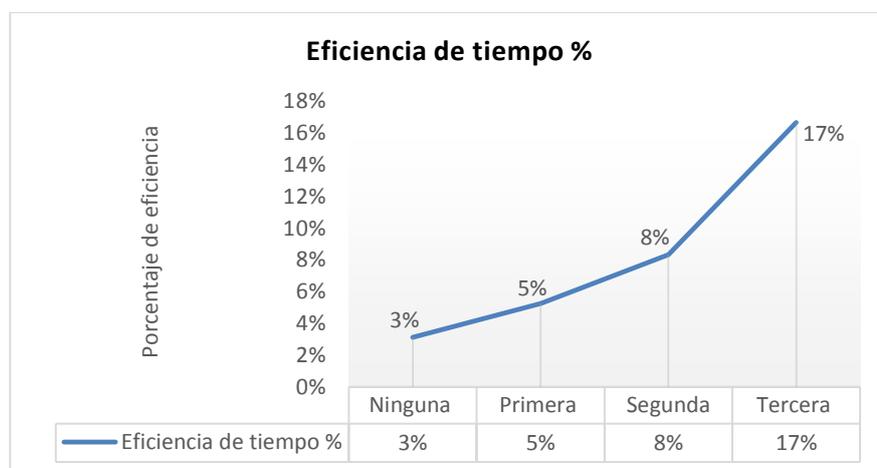
Fuente. Registro de observación.

Nota. En la figura se muestra el tiempo necesario para el mantenimiento de mandos finales del equipo D11R. Cuando no hubo aplicación del modelo Deming se necesitaron 32 horas para el mantenimiento, en la

primera vuelta se necesitaron 19 horas (13 horas menos), en la segunda vuelta se necesitaron 12 horas lo que significó una disminución de 7 horas con respecto a la primera vuelta. En la tercera vuelta necesitó de 6 horas para el mantenimiento, 6 horas menos que en la segunda vuelta Deming.

Figura 36.

Eficiencia de tiempo.



Fuente. Registro de observación.

Nota. En la figura se observa la variación de la eficiencia de tiempo del proceso de mantenimiento de mando final del equipo D11R. Cuando no existió ninguna vuelta del modelo Deming la eficiencia de tiempo fue de 3%. En la primera vuelta la eficiencia fue de 5% lo que evidencia un aumento de 2% con respecto a la situación inicial. En la segunda vuelta la eficiencia fue de 8% lo que evidencia un aumento de 3% con respecto a la primera vuelta. En la tercera vuelta la eficiencia de tiempo fue de 17% lo que evidencia un aumento de 9% con respecto a la segunda vuelta.

La eficiencia de tiempo bajo el modelo Deming al final fue de 17%, lo que significó un aumento de 14% con respecto a cuando no se aplicaba el modelo Deming.

V.3.2. Resultado de la dimensión eficacia

La eficacia del proceso de mantenimiento de mandos finales del equipo D11R no presenta cambios en el diagnóstico, la primera, segunda y tercera vuelta del modelo Deming, ya que siempre se logró terminar el

proceso de mantenimiento (resultado esperado = resultado obtenido) independientemente de los recursos necesarios para lograr el objetivo. Por lo cual la eficacia es del 100% siempre en el desarrollo de todos los procesos de mantenimiento de mandos finales de la flota D11R.

V.3.3. Resultado de efectividad

Tabla 32.

Efectividad del proceso de mantenimiento

Vuelta del ciclo Deming	Eficiencia Mano de Obra	Eficiencia de Materiales	Eficiencia de costos	Eficiencia de tiempo	Eficacia	Efectividad
Ninguna	33%	3%	0.013%	3%	100%	39.6%
Primera	33%	5%	0.015%	5%	100%	43.2%
Segunda	33%	7%	0.044%	8%	100%	48.9%
Tercera	50%	17%	0.075%	17%	100%	83.4%

Fuente. Registro de observación.

Nota. La tabla muestra el resultado de cada uno de los indicadores durante cada una de las vueltas del modelo Deming. Se aprecia que el indicador de eficiencia de mano de obra incrementó solo en la tercera vuelta, mientras que los indicadores de eficiencia de materiales, tiempo y costos incrementaron en cada vuelta. La eficacia se mantiene constante. La efectividad se comporta de manera positiva ya que incrementó en cada una de las vueltas de Deming.

Figura 37.

Efectividad del proceso de mantenimiento.



Fuente. Registro de observación.

Nota. En la figura 37 y la tabla 32 se evidencia la variación de la efectividad en el proceso de mantenimiento. Cuando no hubo vuelta de modelo Deming la efectividad fue de 39.6%, en la primera vuelta del modelo Deming incrementó en un 3.6% ya que la efectividad fue de 43.2%, en la segunda vuelta del modelo Deming la efectividad incrementó en un 5.7% ya que la efectividad fue de 48.9% y en la tercera vuelta de Deming incrementó en un 34.5% ya que la efectividad fue de 83.4%.

Al final de la tercera vuelta de Deming la efectividad del mantenimiento tuvo un incremento de 44% con respecto a cuándo no hubo aplicación del modelo Deming.

VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN

Se obtuvo como resultado que la efectividad sufre incrementos en cada una de las tres vueltas del ciclo Deming en 3.6%, 5.7% y 34.6% respectivamente. La variación del nivel de efectividad del proceso de mantenimiento del mando final bajo el modelo Deming incrementa en cada vuelta, iniciando con un 39% hasta alcanzar un 83% en la tercera vuelta evidenciando un incremento del 44%.

Según los resultados obtenidos en la presente investigación, se puede afirmar que la mejora de procesos se logra mediante la aplicación del modelo Deming en el proceso de mantenimiento de una empresa minera de la región Cajamarca. Ocaña, Lara, Mayorga y Saá (2017) determinaron que la utilización de herramientas técnicas es un punto positivo para la mejora de procesos mediante el rediseño de los mismos, sin embargo, esta puede presentar inconvenientes si no se forma un equipo de trabajo adecuado para su desarrollo.

Se puede afirmar que mediante el uso del modelo Deming se redujeron de forma considerable los recursos (tiempo, mano de obra, actividades, costos y materiales) necesarios para el mantenimiento de los mandos finales. Asimismo, Lemaitre (2018) mencionó que la aplicación del método Deming y el mejoramiento continuo permiten tener un manejo más eficiente de la información generada por el Sistema de Planificación de los Recursos Empresariales (ERP) al aportar información confiable, clara y oportuna de los distintos procesos de explotación de materias primas para la toma de decisiones donde destacan la reducción de tiempos operativos, eliminación de procesos repetitivos, mejor planificación de los recursos, visibilidad de la información en toda la empresa y un aumento en la capacidad de procesamiento de la información.

Por otra parte, la dimensión de eficiencia en cada uno de sus indicadores mostró un incremento de 17%, 14%, 0.062% y 14%. Villamar (2016) demostró que el modelo de gestión propuesto y sus herramientas de control permitieron mejorar la eficiencia y productividad de los procesos y, a su vez, el análisis estadístico asegura la mejora de la calidad del producto. Se respalda con lo mencionado por Grados y La Rosa (2016) que determinaron la variación de los índices de eficiencia, eficacia y productividad después de la implementación del modelo Deming y obtuvieron incrementos en 6.25%, 8.4% y 16.8% respectivamente. Demostrando que la implementación del ciclo de Deming mejora la productividad del área logística en la empresa KUYU SAC.

De igual manera en la presente investigación, la efectividad del proceso de mantenimiento tuvo un incremento del 46% desde el diagnóstico hasta la tercera vuelta

del modelo Deming. Castillo (2016) demostró que las efectividades del año 2015 y 2016 del área de operaciones de la empresa "Transportes Turísticos Sakura S.A. fueron 1.51 y 1.71 respectivamente lo cual significó un incremento del 13.22%, demostrándose así el logro del mejoramiento de la efectividad de dicha área.

Así también, los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que la eficiencia incrementó en cada uno de sus indicadores y la eficacia se mantuvo al 100% logrando el objetivo. Ñaña (2018) demostró que la aplicación de la metodología PHVA en el área de producción de la empresa maderera DISCOPHER SAC mejora la productividad, eficiencia y eficacia significativamente incrementando en 20.4%, 11.22% y 12.13% respectivamente. Lo mencionado tiene el respaldo de Calderón (2019), quien indica que la implementación del ciclo de mejora continua Deming en la empresa Arca Continental Lindley - Planta Trujillo permitió mejorar las áreas operacionales, áreas funcionales y mediante los parámetros de mejora continua (disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad) reduciendo las mermas de preformas de 0.81% (2016) a 0.17% (2018), lo que representan 2,383.567.98 unidades (2016) a 432,102.09 unidades (2018) ahorrando de S/ 252,658.21 (2016) a S/ 45,802.82 (2018) considerados antes y después del establecimiento del nuevo sistema determinando que los valores son de mayor eficiencia.

En la presente investigación se puede afirmar que el modelo Deming logró cambios en los indicadores de manera positiva, ya que estos incrementaron en cada una de las vueltas del modelo Deming. Cuzco y Sánchez (2019) determinaron que el impacto de la gestión de la mejora continua en la productividad de la empresa IISAC es positiva ya que incrementó en un 54.27% y la rentabilidad aumentó en 16%, además de que se lograron cambios en el ciclo de proceso, tiempo ocioso y porcentaje de utilización de operario, así como la productividad laboral que incrementó en 54.27%.

Finalmente, según los resultados obtenidos en la presente investigación se puede afirmar que mediante el uso de las herramientas del modelo Deming se logró incrementar la efectividad del proceso de mantenimiento de mandos finales. Verástegui (2018) indica que la metodología del ciclo Deming (PHVA) permite desarrollar instrumentos para la mejora continua e incrementar el nivel del servicio al usuario logrando optimizar el uso de recursos, delimitando las actividades, procesos e instrumentos y, a su vez, permite incrementar la productividad en base a la competitividad de la organización y la adaptación de los avances tecnológicos.

CONCLUSIONES

Se logró conocer la variación del nivel de efectividad bajo el modelo Deming en un proceso de mantenimiento; este incrementa en cada vuelta del modelo iniciando con un 39% hasta alcanzar un 83% en la tercera vuelta, evidenciando un incremento del 44% de efectividad del proceso.

Se observó que la variación de los indicadores de la eficiencia en el proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores D11R mostró incrementos. En el caso del indicador de eficiencia de mano de obra, en la tercera vuelta del modelo Deming incrementó en 17% con respecto a las anteriores que solo lograron un 33% de eficiencia de mano de obra. En el caso de la eficiencia de materiales en la primera vuelta incrementó en un 2%, en la segunda vuelta incrementa en un 2% con respecto a la primera vuelta y en la tercera logró un incremento del 10% frente a la segunda vuelta. En el caso de la eficiencia de costos, en la primera vuelta incrementó en un 0.002%, en la segunda vuelta incrementó en un 0.029% con respecto a la primera vuelta y en la tercera vuelta incrementó 0.031% con respecto a la segunda vuelta. En el caso de la eficiencia de tiempo mostró incrementos de 2%, 3% y 9% respectivamente en cada una de las vueltas del modelo Deming con respecto a las anteriores.

Se logró conocer que la eficacia del proceso de mantenimiento de mando final del equipo D11R no presenta cambios ni antes ni después del modelo Deming, ya que siempre se logró terminar el proceso de mantenimiento independientemente de los recursos utilizados para lograr el objetivo. Por lo cual la eficacia es del 100% en ambos escenarios. En este proceso siempre se logró el objetivo, antes y después de Deming. La diferencia radica en que el objetivo pudo realizarse con menores recursos de material, tiempo, costo y personal con el modelo Deming en el proceso de reparación de los mandos finales en la flota de tractores D11R. También dio a conocer al titular minero las oportunidades que presentan los procesos de mantenimiento implementando herramientas de calidad, como es en este caso, el modelo Deming.

VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere a las empresas asumir el compromiso de la mejora continua como parte de su cultura organizacional dentro de los procesos de mantenimiento de la flota auxiliar D11R, haciendo un seguimiento de manera continua del cumplimiento de los objetivos.

Se recomienda a las empresas implementar el modelo Deming en sus procesos tomando en consideración las cuatro fases para lograr los objetivos planificados haciendo uso de menos recursos mediante planes pilotos que generen una estandarización. Además del modelo Deming, se puede hacer uso de otras herramientas como las 5S y lean Six Sigma, según se adapte mejor a las condiciones y necesidades de la empresa.

Brindar capacitaciones y entrenamiento al personal en el puesto de trabajo, haciendo un seguimiento del control del mismo para el logro de los objetivos. Programando reuniones periódicas con todo el personal encargado del proceso que se busca mejorar.

Referencias

- Appian. (2017, Marzo 28). *What is Process Management?* Retrieved from Appian: <https://www.appian.com/bpm/process-management/?fbclid=IwAR0ZBLGvXzopsryd7SHFGCrISMLx8HOj95aQN1HqKjp0pGoppNP528rny3U#:~:text=Process%20Management%20refers%20to%20aligning,they%20will%20manage%20processes%20effectively>
- Baca, G., Cristóbal, M., Baca, G. C., Gutiérrez, J., Pacheco, A., Rivera, Á., . . . Cruz, M. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Banton, C. (2020, Febrero 6). *Efficiency Definition*. (Investopedia) Retrieved 6 Junio, 2020, from Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/e/efficiency.asp>
- Barros-Leal, J. A., & Martínez-Espinosa, J. C. (2018).). Modelo para detección y simulación de fallas bajo la gestión de mantenimiento y proyectos. *Informador Técnico*, 11-25. Retrieved Mayo 25, 2020, from http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/1366/1970
- Bolívar, J. (2015, Setiembre 20). *Diferencias entre eficiencia, eficacia y Efectividad*. Retrieved from Óptima Infinito: <https://optimainfinito.com/2015/09/diferencias-entre-eficiencia-eficacia-y-efectividad.html>
- Bose, T. (2011). *Total Quality Management*. New Delhi: Pearson.
- Bueno, J. (2015, Julio 7). Efficient, efficacious, effective, do they mean the same? Retrieved Junio 6, 2020, from <http://wudatime.com/task-management/efficient-eficacious-effective-do-they-mean-the-same/>
- Calderon, J. L. (2019). Aplicación del ciclo de DEMING para incrementar la productividad reduciendo las mermas de preformas de bebidas gasificadas en Arca Continental Lindley - planta Trujillo. (*Tesis de Maestría*). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Camue, A., Carballal, E., & Toscano, F. (2017). Concepciones Teóricas sobre la efectividad organizacional y su evaluación en las universidades. *Cofín Habana*, 136-152. Retrieved Mayo 24, 2020, from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200010
- Castillo, A. D. (2016). Propuesta de mejoramiento continuo para incrementar la efectividad en el área de operaciones de la empresa Sakura S.A. (*Tesis de Maestría*). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Chappelow, J. (2019, Diciembre 7). *Production Efficiency*. Retrieved from Investopedia: https://www.investopedia.com/terms/p/production_efficiency.asp#:~:text=Production%20efficiency%20is%20an%20economic,production%20level%20of%20another%20product.&text=Productive%20efficiency%20similarly%20means%20that%20an%20entity%20is%20operating%20at%20
- Charantimath, P. (2011). *Total Quality Management*. India: Pearson.
- Cusco, A. M., & Sánchez, M. I. (2019). La mejora continua y su impacto en la productividad de la empresa de confecciones Inversiones Imperial SAC. (*Tesis de Titulación*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.

- Damonte, G. (2016). Minería, Estado y Comunidades: cambios institucionales en el último ciclo de expansión extractiva en el Perú. Un balance de investigación. In G. d. (GRADE), *Investigación para el desarrollo en el Perú. Once balances*. (pp. 403-444). Lima: GRADE. Retrieved Mayo 25, 2020, from <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/51790>
- Dhumal, Y., Lad, S., & Teli, S. (2015). PROBLEM SOLVING METHODOLOGY BY QUALITY CONTROL STORY: A Review. *ICAST 2015-2016*, 4.
- Diffen. (2020, Junio 9). Efficiency vs Effectiveness. Retrieved Junio 11, 2020, from <https://es.diffen.com/palabras/Efficiency-vs-Effectiveness>
- Eckes, G. (2006). *El Six Sigma para todos*. Bogotá: Editorial Norma.
- ESAN. (2018, Octubre 3). *¿Cómo asignar recursos correctamente en un proyecto?* Retrieved from Conexion Esan: https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2018/10/como-asignar-recursos-correctamente-en-un-proyecto/?fbclid=IwAR3NxVJm9gFFR0PottfXUrtbfvg8fS3RSb2fV46_b-3gKgX_Nwo2riUgZyo
- EUDE. (2019, Mayo 14). Eficiencia y eficacia: principales diferencias. Retrieved Junio 6, 2020, from <https://www.eude.es/blog/eficiencia-eficacia-diferencias/>
- Färe, R., Grosskopf, S., & Lovell, K. (2013). *The Measurement of Efficiency of Production*. New York: Springer Science & Business Media.
- Figuerola, N. (2014, Marzo). *Mejora de Procesos*. Buenos Aires. Retrieved from <https://articulospm.files.wordpress.com/2014/03/mejora-de-procesos.pdf>
- García, E. (2016, Noviembre 10). El Ciclo de Deming: La gestión y mejora de procesos. España. Retrieved Junio 1, 2020, from <https://equipo.altran.es/el-ciclo-de-deming-la-gestion-y-mejora-de-procesos/>
- García, M., López, S., Montes, M., & Pousa, X. (2006). *Contenidos relacionados con la profesionalidad. Temas transversales de las ocupaciones*. España: Ideas Propias.
- Gestión. (2020, Mayo 28). ¿Cuál es la diferencia entre eficiencia y eficacia? *Diario la Gestión*. Retrieved Junio 7, 2020, from <https://gestion.pe/economia/management-empleo/eficiencia-eficacia-diferencias-eficaz-eficiente-significado-conceptos-nnda-nnlt-249921-noticia/?ref=gesr>
- Gillet, F., & Seno, B. (2014). *La caja de herramientas Control de la calidad*. México: Patria.
- González, C., Domingo, R., & Sebastián, M. (2013). *Técnicas de mejora de la calidad*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a distancia.
- Grados, R., & La Rosa, A. (2016). Implementación del ciclo de mejora continua Deming para mejorar la productividad en el área de logística de la empresa de confecciones KUYU SAC. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 1-12.
- Guerra-López, E., & Montes de Oca-Risco, A. (2018). Relación entre la productividad, el mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 14-21. Retrieved Mayo 23, 2020, from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/68711/69580>

- Hansen, B. (2018, Noviembre 20). *¿Qué es la gestión de recursos y por qué es importante?* Retrieved from Wrike: <https://www.wrike.com/es/blog/que-es-la-gestion-de-recursos-y-por-que-es-importante/>
- Hatch, H. (2019, Mayo 20). *Eficiencia, eficacia y efectividad en el accionar de la empresa*. Retrieved from HansHatch: <https://hanshatch.com/eficiencia-de-la-empresa/>
- Hernández, G., Arcos, J. L., & Sevilla, J. J. (2013). Gestión de la calidad bajo la Norma ISO 9001 en instituciones públicas de educación superior en México. *Calidad en la educación*, 82-115. Retrieved from <https://scielo.conicyt.cl/pdf/caledu/n39/art04.pdf>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa cualitativa y mixta*. Ciudad de México: McGraw Hill Education. Retrieved from <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- IONOS. (2019, Noviembre 30). El círculo de Deming: mejores resultados con el ciclo PDCA. Retrieved Junio 2, 2020, from <https://www.ionos.es/startupguide/productividad/circulo-de-deming/>
- Kiran, D. (2017). *Total Quality Management Key concepts and case studies*. Oxford: BSP.
- Kozhuharov, R. (2017). *Personal Development - Life Stories*. Sofia: Ruslan Kozhuharov. Retrieved from https://books.google.com.pe/books?id=T7wS4w-cNLYC&dq=effectiveness+definition&hl=es&source=gbp_navlinks_s
- Kreitner, R. (2011). *Management* (Onceava ed.). Boston, New York: Houghton Mifflin Harcourt Publishing Compañy.
- Kumar, A. (2018). *Business Process Management*. New York: Routledge.
- Lemaitre, L. (2018). Propuesta de aplicación del método Deming en el mejoramiento continuo para la optimización de procesos de explotación en empresa la empresa SERMISUD en la ciudad de Sucre. (*Tesis de Maestría*). Universidad Andina Simón Bolívar, Sucre.
- López, I. (2007). *Medición y Mejora Continua. Conceptos y herramientas para la medición y mejora del Desempeño*. Indiana: ITSON.
- Marius, G. (2017). *CULTURA LEAN: Las claves de la mejora continua*. Barcelona: PROFIT.
- Martín, J. I. (2006, Setiembre 9). *Guías de apoyo a la calidad en la gestión pública local: PLANES DE CALIDAD, INNOVACIÓN Y MODERNIZACIÓN EN LAS ADMINISTRACIONES LOCALES*. Madrid: Ministerio de Administraciones Públicas.
- Mejía, J. (2014, Octubre 6). *Eficacia, Eficiencia y Efectividad*. Retrieved from Conceptos Ingeniería Industrial: <http://conceptosingindustrial.blogspot.com/2014/10/eficacia-eficiencia-y-efectividad.html>
- Merhi Daychoum. (2018). *40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento*. Rio de Janeiro: Brasport.
- Ministerio de Energía y Minas. (2019, Febrero 28). Perú: País líder de los metales del futuro. Lima, Lima, Perú. Retrieved from Boletín Estadístico Minero: <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2019/2BEMENE2019.pdf>

- Ministerio de Fomento España. (2005, Mayo). La gestión de procesos. España. Retrieved from <http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/9541ACDE-55BF-4F01-B8FA-03269D1ED94D/19421/CaptuloI PrincipiosdelagestindelaCalidad.pdf?fbclid=IwAR2f3m9egY3IBkw3Td6mYHRdm8LgXBbiP-SDbZ1VmETFulTzljV3vC8Roxo>
- Miranda, J., Chamorro, A., & Rubio, S. (2007). *Introducción a la gestión de la calidad*. Madrid: Delta.
- Miranda, L. N. (2006). *Seis Sigma / Six Sigma: Guía Para Principiantes / Guide for Beginners*. México D.F.: Panorama Editorial.
- Moen, R., & Clifford, N. (2009, Setiembre 17). Evolution of the PDCA cycle . Tokyo. Retrieved Junio 20, 2020, from <http://www.idemployee.id.tue.nl/g.w.m.rauterberg/lecturenotes/DG000%20DRP-R/references/Moen-Norman-2009.pdf>
- Ñaña, H. (2018). Metodología PHVA para mejorar la productividad en una empresa maderera. (*Tesis de titulación*). Universidad Peruana Los Andes, Huancayo.
- Ocaña, E., Lara, A., Mayorga, R., & Saá, F. (2017). Rediseño de procesos utilizando herramientas técnicas alineadas al enfoque Harrington y ciclo PHVA. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 101-108. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163775>
- Ocaña, J. (2012). *Gestión de proyectos con mapas mentales, Vol.II*. España: Editorial Club Universitario.
- Office of Government Commerce. (2010). *Mejora continua del servicio*. Belfast: The Stationery Office.
- OMPI Minería. (2015, Setiembre). *La innovación en la minería*. Retrieved from OMPI Revista: https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2015/05/article_0006.html
- Osinermin. (2017). La industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico del país. Magdalena Del Mar, Lima, Perú.
- Pastor, P., & Múnera, F. (2007). *Reflexiones para implementar un sistema de gestión de la calidad(ISO 9001:2000) en cooperativas y empresas de economía solidaria*. Bogotá: Editorial Universidad Cooperativa de Colombia.
- Pérez, J., & Gardey, A. (2012). *Definición de eficiencia*. Retrieved Junio 5, 2020, from Definición: <https://definicion.de/eficiencia/>
- Portal Minero. (2018, Abril 11). *El exitoso programa "Winning Together" de Finning Cat, una experiencia en la que todos ganaron*. Retrieved from Portal Minero: <http://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pageId=151621177>
- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2011). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Rizo, M. (2019, Noviembre 5). Eficiencia, eficacia, efectividad: ¿Son lo mismo? (Forbes, Ed.) México . Retrieved Junio 6, 2020, from <https://www.forbes.com.mx/eficiencia-eficacia-efectividad-son-lo-mismo/>
- Rouse, M. (2020, Febrero). *Process Manufacturing*. Retrieved from Search ERP: <https://searcherp.techtarget.com/definition/process-manufacturing>

- Salazar, B. (2019, Setiembre 3). *¿Qué es un Proceso Industrial?* Retrieved from Ingeniería Industrial: https://www.ingenieriaindustrialonline.com/procesos-industriales/que-es-un-proceso-industrial/?fbclid=IwAR0DIDDMoK4vSw_JriRDVPQwSQ3Qs7GaNjK1CbBUjLrndCXFkp2hP6dt54
- Sustant Perú. (2016). *Mejora de Procesos*. Retrieved from Sustant: <http://www.sustantperu.com/servicios/areas/calidad-e-innovacion/mejora-de-procesos.html?fbclid=IwAR0zTCx7PerSOog56J-d7r0ywn0nK6Lq-my7LOJezYkzZEAu6NrmqZ9vAKg>
- Uriarte, J. (2019, Octubre 14). *Eficacia, Eficiencia y Efectividad*. Retrieved from Características.co: <https://www.caracteristicas.co/eficacia-eficiencia-y-efectividad/>
- Verástegui, P. A. (2018). Diseño de la metodología del ciclo Deming (PHVA) de mejora continua para elevar el nivel de servicio al usuario en el departamento de registro y orientación de SAT Cajamarca. (*Tesis de Titulación*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Villamar, T. S. (2016). Modelo de Gestión de Calidad para el mejoramiento en la fabricación de cocinas a gas. (*Tesis de titulación especial*). Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- Wagner, S. (2013). *Software Product Quality Control*. New York: Springer.
- Weske, M. (2012). *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. New York: Springer Science & Business Media.

ANEXOS

Anexo 1.

Matriz de consistencia

ANEXO: MATRIZ DE CONSISTENCIA			
AUTOR: Uribe Apaza Miguel Fortunato		FECHA: 23 / 06 / 2020	
TÍTULO: Nivel de efectividad bajo el modelo Deming en un proceso de mantenimiento de una empresa minera en la Región Cajamarca, 2020			
PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA
1. Problema General:	1. Objetivo General:	Variable	1. Tipo de Investigación:
¿Cuál es la variación del nivel de efectividad bajo el modelo Deming en un proceso de mantenimiento de una empresa minera en la Región Cajamarca, 2020?	Conocer la variación del nivel de efectividad bajo el modelo Deming en un proceso de mantenimiento de una empresa minera en la Región Cajamarca, 2020	EFFECTIVIDAD	Aplicada
2. Problemas Específicos:	2. Objetivos Específicos:		2. Nivel de la Investigación:
¿Cuál es la variación de los indicadores de la eficiencia en el proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores D11R de una empresa minera?	Conocer cuál es la variación de los indicadores de la eficiencia en el proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores D11R de una empresa minera.		Descriptiva
			3. Diseño de la Investigación:
			No experimental
			4. Método:
			Deductivo -Inductivo
			5. Población:
			Todos los procesos de mantenimiento de una empresa minera.
			6. Muestra:
			Proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores D11R de una empresa minera.
			7. Unidad de Estudio:
			Proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores D11R de una empresa minera.
			8. Técnica de Recolección:
			Observación, Análisis documental.
			9. Instrumento de Recolección:
			1. Registro
¿Cuál es la variación de la eficacia en el proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores D11R de una empresa minera?	Conocer cuál es la variación de la eficacia en el proceso de mantenimiento de mandos finales de la flota de tractores D11R de una empresa minera.		

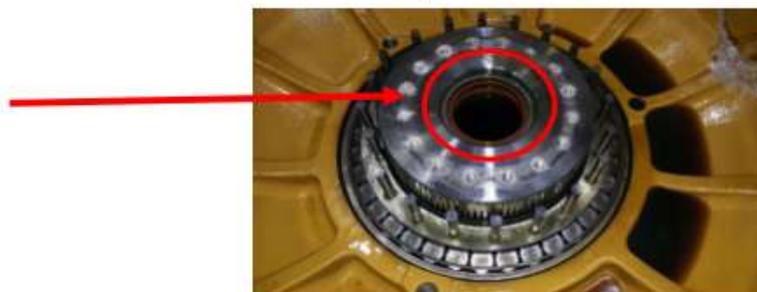
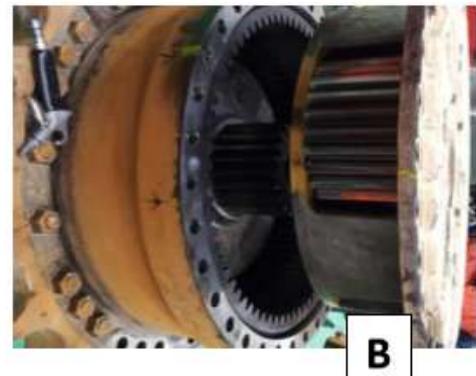
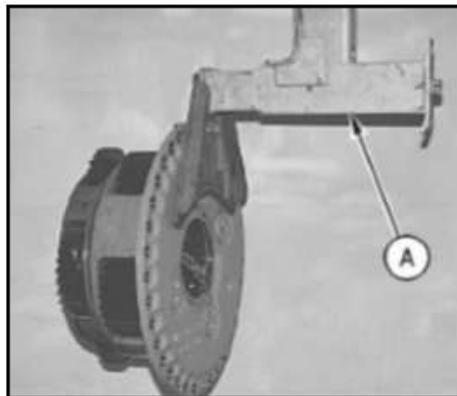
Anexo 2.

Fotos del tractor de orugas D11R



Anexo 3.

Fotos de mando Final



Anexo 4.

OT (orden de trabajo) 21346798

Change Corrective Maintenance Order 21346798: Component Overview

Order: PM02 21346798 PD REPARACIÓN D MANDO FINAL IZQUIERDO

PD REPARACIÓN D MANDO FINAL IZQUIERDO labor no habitual, en reunión se coordinó desmontaje de mando final izquierdo, motivo: baja viscosidad

Sys.Status: CLSD GMPS MACM PRC SETC 2RTS RS02

HeaderData Operations **Components** Costs Partner Objects Additional Data Location Plan

Ite...	Component	Reqmnt Qty	UM	Description	L...	Act	IC	S..
0010	61102975	3	EA	O-RING,ID:19.180MM		0010	L	
0020	61103003	2	EA	O-RING,ID:456.060MM		0010	L	
0030	61115024	1	EA	O-RING,ID:37.470MM		0010	L	
0040	61102895	1	EA	O-RING,ID:760.000MM		0010	L	
0050	61116368	1	M	O-RING,ID:40.640MM		0010	L	
0060	61065569	2	EA	O-RING,ID:31.34MM		0010	L	
0070	61040877	2	EA	O-RING,ID:29.740MM		0010	L	
0080	61147922	1	EA	O-RING,ID:190.17MM		0010	L	
0090	61148179	3	EA	SEAL RING		0010	L	
0100	62046591	1	EA	SEAL,PLAIN ENC,OIL,DUO-CONE,MED DIA		0010	L	
0110	61169915	1	EA	WASHER,FLAT,HARD,ID:0.66IN,OD:1.25IN		0010	L	

Anexo 5.

Orden de trabajo 21351710

Change Corrective Maintenance Order 21351710: Component Overview

MSC

Order: PM02 21351710 PD REPARACIÓN D MANDO FINAL DERECHO

PD REPARACIÓN D MANDO FINAL DERECHO

Sys.Status: CLSD PCNF GMPS MACM MSCP PRC SETC 3SCH

HeaderData Operations **Components** Costs Partner Objects Additional Data Location Plan

Ite...	Component	Reqmnt Qty	UM	Description	L...	Act	IC	S..
0010	61102895	2	EA	O-RING,ID:760.000MM		0010	L	
0020	61147701	1	EA	SEAL,PLAIN,LIP		0010	L	
0030	61147879	4	EA	SEAL RING,QUAD		0010	L	
0040	61147743	1	EA	O-RING,ID:266.06MM		0010	L	
0050	61115165	1	EA	O-RING,ID:786.760MM		0010	L	
0060	61116146	1	EA	O-RING,ID:18.640MM		0010	L	
0070	62046591	1	EA	SEAL,PLAIN ENC,OIL,DUO-CONE,MED DIA		0010	L	
0080	61173121	3	EA	BOLT,5/8IN,11TPI,UNC,HEX,ZP,3-1/2IN,STL		0010	L	
0100	61103003	2	EA	O-RING,ID:456.060MM		0010	L	
0130	61116368	1	M	O-RING,ID:40.640MM		0010	L	
0140	61065569	2	EA	O-RING,ID:31.34MM		0010	L	
0160	61147922	1	EA	O-RING,ID:190.17MM		0010	L	
0170	61148179	3	EA	SEAL RING		0010	L	

Anexo 6.

Check list causa Raíz de mantenimiento de mandos finales.

Check List Mando Final			
Responsable:			
Descripción	SI	No	Observación
El mando final requiere de relleno de aceite constantemente			
La temperatura del mando final ha incrementado			
El mando final presenta ruidos extraños			
El mando final presenta fugas externas de aceite			
El mando final ha presentado cambios en su coloración			
El radio de giro a la izquierda es mayor que la especificación			
El radio de giro a la derecha es mayor que la especificación			
El frenado del tractor D11R es errático			
EL freno de la cadena izquierda es largo			
El freno de la cadena derecha es largo			
El tractor D11R no se detiene cuando se aplican los frenos de servicio			
Existen ruidos extraños al aplicar los frenos			
EL nivel de aceite HD50 en el mando final a disminuido			
La viscosidad del aceite ha disminuido			
Existe presencia de fierro en los tapones imantados de los mandos finales			

Anexo 7.

Cronograma de capacitaciones.

N°	Charlas de comunicación Responsable: Supervisor de Mantenimiento de la empresa	2019					
		Abril			Mayo		
		1	2	3	4	5	6
1	Capacitación en el nuevo proceso	X	X				
2	Determinación de responsabilidades		X	X			
3	Capacitación en el uso de materiales			X			
4	Capacitación de control del nuevo proceso				X		
5	Capacitación del correcto uso de Check list					X	
6	Capacitación acerca de la mejora continua					X	X

Anexo 8.

Imágenes referenciales del proceso.

Instalación del plate central del mando final, luego de haber instalado el retén



Colocando los 16 pernos de la tapa central del mando final



Torqueando 35 pernos de tapa de mando final



Vista de 4 ejes satélites en tapa de mando final



**Instalación de la segunda reducción
En mando final**



**Instalación de la primera reducción y
tapa en el mando final**



**Verificando el estado del retén central
del mando final**

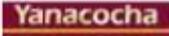


Anexo 9.

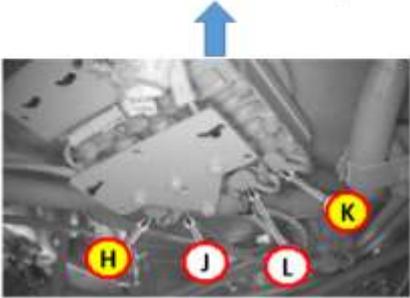
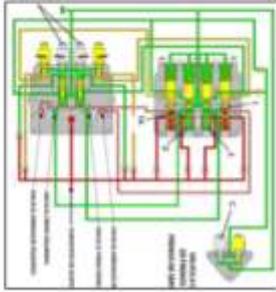
Evaluación de dirección y frenos.



TRACTOR DE ORUGAS D11R
EVALUACION DE DIRECCION & FRENOS



HOROMETRO:		EQUIPO:	
TECNICO:		FECHA:	

ALTAS RPMs EN VACIO				CONDICIONES	ALTAS RPMs EN VACIO			
DIRECCIÓN LH (H)		FRENO LH (J)			FRENO RH (L)		DIRECCIÓN RH (K)	
ESPECIFICACIÓN	VALOR TOMADO	ESPECIFICACIÓN	VALOR TOMADO		ESPECIFICACIÓN	VALOR TOMADO	ESPECIFICACIÓN	VALOR TOMADO
335 ± 15 psi		445 ± 25 psi		Ningún movimiento de palanca o pedal. Parqueo OFF.	445 ± 25 psi		335 ± 15 psi	
335 ± 15 psi		445 ± 25 psi		Palanca derecha completamente aplicada y ningún movimiento de la palanca izquierda ni pedal.	32 ± 25 psi		10 psi (Máxima)	
				VIDS COMANDO 943, al aplicar completamente giro a la DERECHA.	menos de 12%			
10 psi (Máxima)		32 ± 25 psi		La palanca izquierda completamente aplicada y ningún movimiento de la palanca derecha ni pedal.	445 ± 25 psi		335 ± 15 psi	
				VIDS COMANDO 942, al aplicar completamente giro a la IZQUIERDA.	menos de 12%			
335 ± 15 psi		10 psi (Máxima)		Pedal de freno de servicio completamente aplicado.	10 psi (Máxima)		335 ± 15 psi	
335 ± 15 psi		10 psi (Máxima)		Ningún movimiento de la palanca o pedal. Parqueo ON.	10 psi (Máxima)		335 ± 15 psi	

Anexo 10.

Orden de trabajo (OT) 21611776

Order	PM02	21611776	PD REPARACIÓN d´M.FINAL DERECHO / RETÉN																								
PD REPARACIÓN d´M.FINAL DERECHO / RETÉN 1. Limpiar alrededor de tapa de mando final. 48 pernos. 2. Sacar muestras de aceite y tapones, drenar aceite 50W d´mando 3. Retirar semi- eje de mando final (rotularlos-marcar) 4. Colocar bracket en reemplazo de 1 perno de mando SUPERIOR 5. Retirar 1 reducción con apoyo de grúa puente 6. Cambiar el retén/seal lip (que separa los compartimientos) 7. Procedimiento de armado, sujetar el piñón solar																											
Sys.Status	CLSD	PCNF	GMPS MACM PRC SETC																								
			3SCH																								
<table border="1"> <tr> <td>HeaderData</td> <td>Operations</td> <td>Components</td> <td>Costs</td> <td>Partner</td> <td>Objects</td> <td>Additi</td> </tr> </table>				HeaderData	Operations	Components	Costs	Partner	Objects	Additi																	
HeaderData	Operations	Components	Costs	Partner	Objects	Additi																					
Person responsible		Notifctn		93947337																							
PlannerGrp	316 / 3000	MOB SURF;YAN;AUX		Costs	1,331.97																						
Mn.wk.ctr	31AX / 3000	MOB SURF;Auxillary		PMActType	001	Repair																					
				SystCond.																							
				Address																							
<table border="1"> <tr> <td colspan="7">Dates</td> </tr> <tr> <td>Bsc start</td> <td>26.11.2019</td> <td>05:00</td> <td>Priority</td> <td colspan="3">2-Schedule Interrupt</td> </tr> <tr> <td>Basic fin.</td> <td>26.11.2019</td> <td>10:13</td> <td>Revision</td> <td>Y19W48</td> <td colspan="2">Week48: 25-Nov-19 - 01-De</td> </tr> </table>							Dates							Bsc start	26.11.2019	05:00	Priority	2-Schedule Interrupt			Basic fin.	26.11.2019	10:13	Revision	Y19W48	Week48: 25-Nov-19 - 01-De	
Dates																											
Bsc start	26.11.2019	05:00	Priority	2-Schedule Interrupt																							
Basic fin.	26.11.2019	10:13	Revision	Y19W48	Week48: 25-Nov-19 - 01-De																						
<table border="1"> <tr> <td colspan="7">Reference object</td> </tr> <tr> <td>Func. Loc.</td> <td colspan="3">3000-20-70-10-DZT0019-DRTR-FD...</td> <td colspan="3">Final Drv/Spcktt; Position 1</td> </tr> <tr> <td>Equipment</td> <td colspan="6"></td> </tr> </table>							Reference object							Func. Loc.	3000-20-70-10-DZT0019-DRTR-FD...			Final Drv/Spcktt; Position 1			Equipment						
Reference object																											
Func. Loc.	3000-20-70-10-DZT0019-DRTR-FD...			Final Drv/Spcktt; Position 1																							
Equipment																											

Anexo 11.

Diagrama de Gantt para la realización de pasos en la primera vuelta Deming

