

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Aplicación del ciclo *deming* al proceso de corte
y carguio de material suelto para incrementar la
productividad en la carretera Santa María-Santa
Teresa-mayo, 2022**

Elmerth Garces Porras

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Cusco, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A	:	Decano de la Facultad de Ingeniería
DE	:	Waldrick Cesar Morro Sumary Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO	:	Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA	:	10 de Setiembre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

"APLICACIÓN DEL CICLO DEMING AL PROCESO DE CORTE Y CARGUIO DE MATERIAL SUELTO, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, EN LA CARRETERA SANTA MARIA –SANTA TERESA -MAYO 2022"

Autores:

1. Elmerth Garces Porras – EAP. Ingeniería Industrial

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 12 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

• Filtro de exclusión de bibliografía	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
• Filtro de exclusión de grupos de palabras menores Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "si"): 40	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
• Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,



Asesor de trabajo de investigación

ASESOR

Mg. Ing. Waldrick Cesar Morro Sumary

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento más grande es a Dios, quien me ha guiado y me ha dado la fuerza para continuar.

A mis profesores de la carrera por enseñarme todo lo que sé, llenarme de conocimiento y darme la confianza de que puedo crecer personal y profesionalmente.

A mi familia por su constante comprensión y motivación, así como por su incondicional apoyo a lo largo de mis estudios.

DEDICATORIA

Para mis tesoros, mi esposa María, mi princesa Cattleya y mi príncipe Ethan, que tuve que quitar parte del tiempo y momentos de familia hacia ellos por lograr este objetivo, ya que el presente trabajo no pudo haberse completado de no ser por su apoyo incondicional. A mi hermana Karen, que desde que inicié este reto siempre estuvo allí. A mis padres, que siempre se preocuparon por mi crecimiento profesional; todos ellos que siempre estuvieron pendientes de que realizase este sueño, razón por la cual estaré eternamente agradecido.

ÍNDICE

ASESOR	iv
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.2.1. Problema general	3
1.1.2.2. Problemas específicos	3
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación e importancia	4
1.3.1. Justificación económica	4
1.3.2. Relevancia social.....	5
1.3.3. Justificación ambiental	5
1.3.4. Implicaciones prácticas	6
1.3.5. Valor teórico.....	6
1.3.6. Utilidad de la metodología.....	7
1.4. Hipótesis y variables.....	8

1.4.1.	Hipótesis general.....	8
1.4.2.	Hipótesis específicas.....	8
1.4.3.	Variables.....	8
1.4.3.1.	Variable independiente.....	8
1.4.3.2.	Variable dependiente.....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....		10
2.1.	Antecedentes del problema.....	10
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	10
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	13
2.1.3.	Antecedentes locales.....	16
2.2.	Bases teóricas.....	19
2.2.1.	Ciclo PHVA - Deming (Planificar - Hacer - Verificar - Actuar).....	19
2.2.2.	Productividad.....	20
2.2.3.	Diagrama Pareto.....	21
2.2.4.	Mejora continua.....	22
2.2.5.	Diagrama Ishikawa.....	22
2.2.6.	Factores evaluados para la comparación de metodologías.....	23
2.3.	Definición de términos básicos.....	24
2.3.1.	Bases teóricas.....	24
2.3.2.	Términos básicos.....	26
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....		27
3.1.	Método y alcance de la investigación.....	27
3.1.1.	Tipo de la investigación.....	27
3.1.2.	Alcance de la investigación.....	27
3.1.3.	Enfoque de la investigación.....	28
3.2.	Diseño de la investigación.....	28
3.3.	Población y muestra.....	28
3.3.1.	Población.....	28

3.3.2.	Muestra	29
3.3.3.	Muestreo	29
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.4.1.	Técnicas de recolección de datos	29
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	30
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		32
4.1.	Aplicación de la metodología para el control de los recursos	32
4.1.1.	Incremento de la productividad por la aplicación de la metodología Deming	35
4.1.2.	Aplicación de la productividad en un proceso constructivo	36
4.1.3.	Aplicación de la metodología Deming al factor humano	38
4.1.4.	Aplicación de la metodología Deming al factor máquina	42
4.1.5.	Resultados de la aplicación del ciclo PHVA al proceso corte y carguío de material suelto.....	43
4.2.	Viabilidad económica para la aplicación de la metodología Deming para el proceso corte y carguío de material suelto	44
4.2.1.	Cronograma	45
4.3.	Discusión de resultados	46
CONCLUSIONES.....		49
RECOMENDACIONES		50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		51
ANEXOS.....		56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de producción Toyota.	7
Figura 2. Ciclo PHVA.....	19
Figura 3. Etapas de la productividad.	20
Figura 4. Fórmula de la productividad.	21
Figura 5. Diagrama de Ishikawa.	23
Figura 6. Cuadro de evaluación de métodos.....	23
Figura 7. Diagrama de Ishikawa.	32
Figura 8. Gráfico de Pareto.....	33
Figura 9. Productividad.	37
Figura 10. Fórmula de la productividad.	38
Figura 11. Ciclo del mejoramiento de la productividad.....	38
Figura 12. Flujograma de ingreso del personal.	40
Figura 13. Disminución del factor humano.	41
Figura 14. Evolución del costo favor humano (PHVA).	42
Figura 15. Evolución del costo factor máquina.....	43
Figura 16. Evolución del costo durante el tiempo de aplicación PHVA.	44
Figura 17. Cronograma de aplicación PHVA.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	9
Tabla 2. Cuadro de ocurrencias.....	32
Tabla 3. Ocurrencias, problemas principales.	34
Tabla 4. Comparación de costos (presupuesto actual).....	35
Tabla 5. Problemas y acciones por aplicar con PHVA.....	38
Tabla 6. Evolución de la incidencia del factor humano (PHVA).....	41
Tabla 7. Disminución del costo favor humano (PHVA).	42
Tabla 8. Evolución del costo factor máquina (PHVA).....	43
Tabla 9. Cuadro de proyección de ganancias y pérdidas (sin PHVA - con PHVA).....	44
Tabla 10. Presupuesto para la aplicación de la metodología.....	45

RESUMEN

Este proyecto de investigación se titula “APLICACIÓN DEL CICLO DEMING AL PROCESO DE CORTE Y CARGUIO DE MATERIAL SUELTO, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, EN LA CARRETERA SANTA MARIA - SANTA TERESA - MAYO 2022”, donde se tuvo como finalidad lograr un incremento en la productividad del proceso, esto mediante la aplicación de la metodología del ciclo Deming. El tipo de investigación aplicado fue de experimentación - aplicada, con un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo). La muestra considerada para este estudio fue de 10 personas y 02 maquinarias Línea Amarilla (excavadora y tractor). Se realizó el análisis del proceso partiendo de dos importantes componentes: Factor Humano y Factor Máquina, además, se realizó el análisis y las correcciones de acuerdo con la metodología: Planificar, Hacer, Verificar, Actuar, para lo cual se llevó a cabo un control y seguimiento completo, identificando las causas del no cumplimiento, para luego analizar las mejoras de procesos que se puedan registrar o comparar. Al aplicar los costos diarios de la partida, se logró una mejora significativa del proceso, lo que resultó en un ahorro de 0.18 soles por m³ en el costo presupuestado de la partida.

Palabras clave: procesos, aplicación, análisis, metodología.

ABSTRACT

The present research work entitled "APPLICATION OF THE DEMING CYCLE TO THE CUTTING AND LOADING PROCESS OF LOOSE MATERIAL, TO INCREASE PRODUCTIVITY, ON THE SANTA MARIA - SANTA TERESA HIGHWAY - MAY 2022", where the purpose was to achieve an increase in the productivity of the process, this through the application of the Deming cycle methodology. The type of research applied was experimental - applied, with a mixed approach (qualitative and quantitative). The sample considered for this study was 10 people and 02 Yellow Line machines (excavator and tractor). The process analysis was carried out based on two important components: Human Factor and Machine Factor. In addition, the analysis and corrections were carried out according to the methodology: Plan, Do, Check, Act, for which a complete control and monitoring was carried out, identifying the causes of non-compliance, and then analyzing the process improvements that can be recorded or compared. By applying the daily costs of the batch, a substantial improvement of the process was achieved and therefore a positive impact on the budgeted cost of the item, achieving a saving of 0.18 soles for m³.

Keywords: processes, application, analysis, methodology.

INTRODUCCIÓN

Realizar productividad en empresas constructoras es clave para el éxito de los proyectos y para garantizar la rentabilidad a largo plazo. Mejorar la productividad implica optimizar los procesos, gestionar eficientemente los recursos y garantizar la entrega oportuna y de calidad de los proyectos, lo cual permitirá incrementar el margen de ganancia en las empresas.

En el sector de la construcción, la situación es diferente. A nivel mundial, el tema de la productividad ha despertado un interés reciente. Además de la falta de tecnología en nuestra nación, es necesario realizar investigaciones y esfuerzos para descubrir maneras de optimizar la eficacia y eficiencia en la realización de proyectos en nuestra región.

En la actualidad, existe una mayor competencia de las empresas privadas dedicadas al rubro construcción de carreteras, como referencia en los concursos de licitación de obras de carreteras por parte de PROVIAS NACIONAL se presentan más de una veintena de empresas concursantes que incluso bajan su margen de utilidad para ganar licitaciones. Este escenario obliga a las empresas a ser más eficientes, tanto en su manejo de su recurso humano, así como la mejora en sus procesos, y ser mucho más eficientes en ello para aumentar su utilidad. Las empresas deben invertir más en la mejora y optimización de sus procesos, empleando enfoques como Six Sigma, Gestión de Calidad Total, Manufactura Esbelta, Mejora Continua (Kaizen) y el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA). Además, analizando las cinco causas fundamentales dentro de la Gestión de Procesos de Negocios (BPM).

Por ello, la investigación titulada “Aplicación del ciclo Deming al proceso de corte y carguío de material suelto, para incrementar la productividad, en la carretera Santa María - Santa Teresa, busca como objetivo la mejora en el proceso tomando como enfoque la realización y seguimiento de las actividades y recursos involucrados, y buscando optimizarlas esperando obtener una mejora continua y estable.

El proyecto en curso se organiza en cuatro capítulos, que se detallan a continuación:

El Capítulo I describe el enfoque del estudio, abarcando las delimitaciones, la formulación del problema, el objetivo general y los objetivos específicos. Además, incluye las justificaciones, tales como las implicaciones prácticas, el valor teórico, la relevancia metodológica, junto con las hipótesis y la explicación de las variables.

El Capítulo II se centra en el marco teórico que sustenta este estudio y del cual se desprenden sus fundamentos.

El Capítulo III aborda la metodología, donde se presenta la dirección de la investigación, detallando su tipo y nivel, los métodos aplicados, el diseño del estudio, la población y muestra elegidas, además de las técnicas e instrumentos empleados para la recopilación de información.

El Capítulo IV, Resultados y Discusión, contiene los resultados obtenidos y el análisis de la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, la industria de la construcción es uno de los principales motores de la economía de una nación, ya que crea una gran cantidad de puestos de trabajo. Es común escuchar ideas sobre la productividad en las obras, ya que es esencial para las empresas aumentar su productividad y competitividad, asegurando así la entrega de productos de alta calidad y optimizando los costos y plazos de ejecución.

Walter A. Shewhart, un físico estadounidense y pionero en la mejora continua tanto en el ámbito técnico como filosófico, señaló en 1931 que la idea de calidad comenzó a desarrollarse en Japón tras guerras mundiales.

En ese periodo, se consolidó el control estadístico de calidad y se profundizó en los principios de calidad. Posteriormente, en 1950, el estadístico estadounidense W. Edwards Deming ofreció asesoría a empresarios japoneses, quienes lograron mejorar la productividad sin necesidad de nuevos equipos. Gracias a la orientación de Deming, se capacitó a Ingenieros y se formalizaron prácticas previas en control de calidad, impulsando un movimiento clave en la mejora de los productos japoneses. Este esfuerzo destacó los principios del pensamiento científico a través del ciclo de mejora continua (PHVA), que permitió avanzar en el aprendizaje y la mejora.

Finning Chile decidió implementar un plan de mejora en Latinoamérica. El programa "Winning Together" se implementó en el camión 797F con el objetivo de optimizar la disponibilidad, aumentar la productividad, mejorar la seguridad y disminuir los costos. Este programa alcanzó con éxito sus metas, además de lograr otros objetivos, como aumentar la confiabilidad, eficiencia y disminuir la necesidad de mano de obra, lo que lo hizo más competitivo en el mercado. Finning asegura que los resultados obtenidos en Chile han superado a los logrados por otros líderes involucrados en esta iniciativa hasta el momento (1).

En Perú, pocas organizaciones implementan la filosofía de Deming. Según Masaaki Imai, quien visitó el país, es fundamental un cambio cultural en las empresas, el gobierno y la sociedad para promover la mejora continua. La Oficina Nacional de Procesos Electorales (ONPE), es una de las organizaciones peruanas, junto con multinacionales en el país, que sigue esta filosofía. En la actualidad, la ONPE está incorporando la filosofía en su Área de Contraloría, colaborando con empresas mineras, de software y de servicios, y llevando a cabo un proyecto con la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU). La empresa DELTRON adoptó el método Deming en 2011, alcanzando un ahorro mensual de 666 mil dólares al optimizar el uso de espacio en sus almacenes, lo cual constituye un caso de éxito. Esta filosofía se implementó en departamentos como Soporte Técnico, Servicio al Cliente, Centro Logístico, HelpDesk y Almacenes del Grupo Deltron (2).

El proyecto: Construcción de la carretera Santa María - Santa Teresa - Puente Hidroeléctrica, actualmente en desarrollo con un presupuesto de 300 millones de soles, cuenta con diferentes partidas en su presupuesto, siendo uno de los más incidentes, la partida de corte y carguío de material suelto, esta actividad consiste en el corte y carguío de más de un millón doscientos m³. En esta actividad, que se desarrolla de forma mecanizada con la intervención de equipos (excavadoras y tractor) y un reducido grupo de recurso humano, hace imperante controlar y optimizarlo de una manera efectiva, ya que de generarse un inadecuado uso de estos ocasionaría una pérdida económica importante al proyecto. De acuerdo con lo anteriormente descrito, se consideró necesario el implementar y aplicar

herramientas y/o metodologías para mejorar la productividad de la partida de corte y carguío de material suelto, generándose así una mayor utilidad para la empresa ejecutora del proyecto: China Civil Sucursal Perú.

Debido a la envergadura del proyecto (300 millones de soles de inversión) y la importancia del proyecto construcción de la carretera Santa María - Santa Teresa - Puente hidroeléctrica – Machu Picchu, que es una de las obras de construcción de carreteras más emblemáticas para el país, así como la importancia que tiene para la empresa ejecutora China Civil Sucursal Perú, ya que dicha empresa viene laborando a nivel nacional desde el año 2019 y este proyecto es el más importante de su cartera, además de que lo posicionaría favorablemente dentro del mercado de construcción, resulta imperativo implementar metodologías que permitan incrementar la productividad en las actividades de corte y carguío de material suelto.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿El uso de la metodología del ciclo Deming en el proceso de corte y carguío de material suelto puede incrementar la productividad en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los principales problemas operacionales que afectan la eficiencia del proceso de corte y carguío de material suelto en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022?
- ¿Cómo aplicar la metodología Deming para la optimización de los recursos participes en el proceso corte y carguío de material suelto en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022?
- ¿Es posible determinar la viabilidad económica de aplicar la metodología Deming en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Aplicar la metodología del ciclo Deming en el proceso de corte y carguío de material suelto para incrementar la productividad en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar los principales problemas operacionales que afectan la eficiencia del proceso de corte y carguío de material suelto en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.
- Aplicar la metodología Deming para la optimización de los recursos participes en el proceso corte y carguío de material suelto en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.
- Determinar la viabilidad económica de aplicar la metodología Deming en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación económica

La industria de la construcción es clave para la economía del país, ya que impulsa el crecimiento económico, crea empleos y contribuye al desarrollo de infraestructuras críticas para la sociedad, como obras viales y de infraestructura. Una gestión deficiente de los proyectos, incluyendo la falta de planificación, el control ineficaz de los recursos y una inadecuada gestión de la procura, entre otros factores puede provocar demoras, costos adicionales y la pérdida de oportunidades financieras (3).

La implementación de técnicas de optimización de recursos como, por ejemplo: Lean Construcción, que eliminan actividades innecesarias y mejoran el flujo de trabajo, ha demostrado mejorar la eficiencia. Proyectos que han adoptado estas metodologías han visto aumentos de productividad de hasta un 25 % (4).

El presente estudio ayudará a optimizar los procesos y actividades de los proyectos, lo que los hará más rentables económicamente.

1.3.2. Relevancia social

El propósito de este estudio es ofrecer información sobre la productividad del proceso de corte y carga de material suelto para ajustar dicho proceso, lo que a su vez sería beneficioso para el medio ambiente. Al controlar mejor los recursos y optimizarlos, se produciría menos emisiones de CO₂ por parte de los equipos de línea amarilla y volquetes, así como menor producción de desechos sólidos por parte de los volquetes.

Asimismo, durante la fase de ejecución, un proyecto que sigue el ciclo PHVA puede incluir prácticas de contratación local, lo que no solo genera empleo, sino que también fortalece la economía de la comunidad. Además, la implementación de prácticas sostenibles y seguras durante la construcción puede reducir el impacto negativo en la comunidad.

1.3.3. Justificación ambiental

Las empresas constructoras actualmente trabajan para reducir el impacto ambiental de sus diversas actividades para ser reconocidas como amigables con el medio ambiente, así como para mejorar métodos y procedimientos para reducir la producción de residuos sólidos (5).

Al controlar los recursos y optimizar el proceso, solo se realizarían las actividades dentro de los límites del proyecto, lo que ayudaría a disminuir la generación de residuos sólidos mediante la optimización y la reducción del personal.

Por ejemplo, un caso de éxito que se desarrolló en un edificio de oficinas sostenible en Madrid, España, utilizando la metodología PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Este enfoque permitió a los desarrolladores cumplir con altos estándares de eficiencia energética y sostenibilidad, y al mismo tiempo lograr objetivos financieros y operativos, logrando la reducción de residuos a un 55 %, superando el objetivo del 50 %, así también 25 % de los materiales utilizados en la construcción fueron reciclados o sostenibles, aumentando la productividad en un 17 %. Con todas las mejoras se logró alcanzar la certificación LEED Platinum (6).

1.3.4. Implicaciones prácticas

Las empresas constructoras, independientemente de su tamaño y origen, buscan establecerse en el mercado nacional, por lo que deben ser eficientes y efectivas en todos sus proyectos adjudicados. Los hallazgos de esta investigación tendrán un impacto en el crecimiento y la presencia de la empresa China Civil Sucursal Perú en el país y tendrán un impacto en la sociedad.

Esta investigación será una referencia valiosa para todo el sector de la construcción, especialmente para quienes se dedican a la construcción y rehabilitación de carreteras) a nivel nacional, con el fin de establecer un precedente y mejorar no solo el proceso de corte y carguío de material suelto, sino también todos los aspectos relacionados ya que con este estudio se logra obtener datos cuantitativos de dicha mejora, esto bajo la implementación de procedimientos de trabajo, control de recursos y costos, generándose así un nuevo precio unitario interno de dicha partida, con la cual la empresa al participar en otras licitaciones de proyectos similares, esta podría mejorar su oferta económica dado que ya se tiene el presente de una mejora de costo en la partida.

1.3.5. Valor teórico

La presente metodología y los resultados que se obtendrán servirán para generar una data de procesos con mejoras en los procesos de construcción de carreteras, información que servirá como una base para poder generar una nueva área que se centre netamente en mejoras de la producción que estaría ligada al área de control de proyectos, esto mediante la utilización de herramientas aplicadas, como: diagrama de Ishikawa (para llegar a la causa y efecto de los factores de productividad), Pareto (análisis comparativo), ciclo PHVA (mejora continua en el proceso), aplicación del sistema costo diario por procesos.

La metodología PHVA es un enfoque integral y estructurado que optimiza la gestión de proyectos de construcción al garantizar la planificación efectiva, la ejecución controlada, la verificación precisa y la implementación de la mejora continua. Al aplicar el ciclo PHVA, los proyectos de construcción pueden alcanzar mayores niveles de eficiencia, calidad y

sostenibilidad, logrando de este modo atender de manera más efectiva las necesidades tanto del cliente como de la comunidad (7).

1.3.6. Utilidad de la metodología

Para este estudio, se empleará la metodología PHVA, que consiste en planificar (definir los objetivos e identificar los recursos de la partida), hacer (realizar cambios y/o acciones para mejorar la productividad), verificar (se establece un período de prueba para verificar los resultados de productividad) y actuar (se realizan correcciones y modificaciones después de las mediciones y se continúa con el proceso mejorado). Esta técnica brindará tanto mejoras a corto plazo (necesarias para el proceso) como resultados visibles que se podrán usar en el proceso de corte y carguío de material suelto.

Un ejemplo destacado de la implementación exitosa del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) en la industria es el Sistema de Producción de Toyota (TPS). El uso del ciclo PHVA en el TPS ha permitido a Toyota mejorar continuamente su eficiencia, reducir desperdicios y errores, y mantener una alta calidad en sus productos. Este enfoque cíclico ha sido clave para posicionar a Toyota como líder en la industria automotriz global, con un sistema de producción reconocido por su innovación y efectividad.



Figura 1. Sistema de producción Toyota.

Fuente: Toyota Company.

1.4. Hipótesis y variables

1.4.1. Hipótesis general

La aplicación de la metodología del ciclo Deming en el proceso de corte y carguío de material suelto incrementará la productividad en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Existen problemas operacionales que afectan la eficiencia del proceso de corte y carguío de material suelto en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.
- Con la aplicación de la metodología Deming se optimiza el uso de los recursos participes en el proceso corte y carguío de material suelto en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.
- Es posible determinar la viabilidad económica de aplicar la metodología Deming en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.

1.4.3. Variables

1.4.3.1. Variable independiente

Aplicación de ciclo Deming, realizando control de cada recurso implicado en el proceso corte y carguío de material suelto.

1.4.3.2. Variable dependiente

La productividad es un indicador económico que cuantifica la cantidad de productos y servicios generados en un determinado período de tiempo por cada factor empleado, como trabajadores, capital, tiempo, tierra, entre otros.

Tabla 1. *Operacionalización de variables.*

VARIABLES	DIMENSIONES	MEDICION	INDICADORES
V.I. Optimización del proceso de corte y carguío	Productividad		$(\text{Producción alcanzada}) / (\text{tiempo usado}) * 100$
	Tiempos de trabajo	Cuantitativa	$(\text{Producción real}) / (\text{producción esperada}) * 100$
V.D. Incrementar la productividad	Herramientas de control y valor añadido	Cuantitativa	Charla de ingreso de personal. Registros (partes de equipos y de personal). Reporte de producción. Aplicación de costo diario.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

La tesis denominada "Modelo de gestión de la productividad en la industria de la construcción" tuvo como objetivo principal crear y presentar un modelo conceptual que identifique las variables esenciales para medir y gestionar la productividad en el sector de la construcción de obras civiles. En este estudio se emplea una metodología cualitativa que utiliza entrevistas semiestructuradas y una muestra por conveniencia. Las entrevistas se consideran una actividad sistemática destinada a obtener una comprensión detallada de los fenómenos que influyen en la productividad, con el fin de desarrollar un modelo conceptual. Este estudio analiza la identificación de factores clave que afectan la productividad de la industria de la construcción chilena y cómo se pueden administrar para mejorar la productividad. El propósito es sugerir un modelo conceptual que pueda identificar las variables pertinentes para medir y administrar la productividad en el sector. Para lograr esto, se utiliza una metodología cualitativa que incluye siete entrevistas semiestructuradas con una muestra de profesionales de consultoría, administración y ejecución de obras civiles para comprender cómo y por qué ciertas variables afectan la gestión de la productividad (8).

La investigación titulada "Mejoramiento de productividad en proyectos de inversión Minera Escondida", tuvo como objetivo desarrollar un plan destinado a incrementar la eficiencia en los proyectos de inversión de la empresa Minera Escondida. Esto se llevó a cabo mediante el análisis de los tiempos de las actividades de construcción en cuatro proyectos, siguiendo los procesos recomendados por las empresas responsables de su ejecución. Se empleó una técnica de análisis financiero para evaluar el impacto económico de cada proyecto para solicitar su aprobación y evaluar su impacto económico mediante optimizaciones para alcanzar el objetivo establecido. Por razones de confidencialidad, los análisis financieros preliminares se realizaron de manera estimada para este proyecto. Este

estudio evidenció que optimizar la productividad de los recursos tiene un efecto directo en los costos, los plazos y la competitividad de los proyectos. Ser reconocidos como líderes globales en la gestión de proyectos requiere competitividad, que es esencial para alcanzar la Visión del VP de Proyectos. A partir de los resultados de investigaciones sobre diversos proyectos corporativos, se ha demostrado que a través de pequeños cambios en los hábitos de los empleados y supervisores (controlando el tiempo de conversación y escritura) y mejoras en el equipo de trabajo (introduciendo instalaciones de extensión con interacción en la oficina), se pueden lograr cambios en el sistema de tiempo y asistencia (integración de registros de tiempo y asistencia en cada centro de extensión), el uso de comedores portátiles en el sitio y el registro general de las horas de trabajo han reducido significativamente las paralizaciones en los proyectos aprobados, lo que resulta en que es posible lograr una mayor productividad como resultado durante la fase de construcción (9).

En la tesis titulada “Influencia de los procesos en la productividad de las empresas constructoras en las provincias de Los Ríos y propuesta de un modelo de gestión”, se hace referencia como objetivo determinar cómo los procesos afectan la productividad de las pequeñas empresas constructoras y determinar cómo mejorar la gestión de los procesos. Para lograrlo, se usó la metodología utilizada en los trabajos de Yi-Chan, Hughes-Thorpe, Naoum y Chaturvedi-Thakkar. Se utilizó para identificar investigaciones publicadas en revistas de primer nivel sobre las variables seleccionadas para este objetivo. Para encontrar estas investigaciones, se utilizó Scopus, un motor de búsqueda de información científica que identificó publicaciones generales sobre construcción y publicaciones específicas sobre procesos y productividad en construcción. El objetivo de esta investigación fue identificar, medir y evaluar la vinculación entre los procedimientos y la productividad en una empresa constructora. La primera fase del estudio consistió en recopilar y analizar trabajos e información científica relevante en el campo de la construcción. Posteriormente, se realizó un análisis en una pequeña empresa constructora para documentar los procesos y seleccionar aquellos que tienen el mayor impacto en la productividad (10).

En el trabajo tesis titulado “Manufactura esbelta aplicada al mejoramiento de los procesos logísticos en obras de construcción”, se tuvo por objetivo sugerir un manual de buenas prácticas basado en herramientas lean para asistir en la mejora de los procesos constructivos. Para lograr ello, se empleó la metodología del Sistema Último Planificador (SUP), una herramienta de apoyo que incluye el programa maestro, intermedio y semanal, diseñada para orientar y organizar de manera más eficiente todos los procesos. Se utiliza comúnmente como un mecanismo de planificación previo a la ejecución de cualquier etapa de la obra. El planeamiento sirve como base para los programas de control de cualquier sistema de gestión. Para lograr un buen desempeño, use métodos de seguimiento apropiados durante el proceso de planificación. La gestión y la consecución de los objetivos es una necesidad latente. En esta investigación de tesis, la información se recoge y se procesa utilizando herramientas como el sistema 5S, el diagrama de Ishikawa, el sistema planificador final, la prueba de 5 minutos y el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), entre otras. Se identifican las actividades clave del proceso, las causas subyacentes de los retrasos o fallas y los tiempos de ejecución. Posteriormente, se realiza un registro detallado y se evalúa el proceso de mejora continua. Se realizaron encuestas y cuestionarios a una muestra de diez directores de proyecto, que eran los encargados de los proyectos. El propósito de este estudio fue identificar los problemas recurrentes en el trabajo e implementar las mejoras propuestas en la tesis (11).

En el trabajo de tesis titulado “Implementación del ciclo PHVA en la producción y colocación de capas de rodadura tipo MDC”, se tuvo por objetivo analizar el impacto del ciclo PHVA, conforme a la NTC-ISO 9001:2015, en el proceso de producción y colocación de capas de rodadura tipo MDC. Para alcanzar este objetivo, el investigador utilizó la herramienta PHVA para estructurar un proceso de planificación enfocado en la capacidad de la organización para alcanzar los resultados deseados. En este contexto, esto implica diseñar, fabricar y colocar la mezcla asfáltica en la capa de rodadura con los más altos estándares de calidad, asegurando que cumpla tanto con las especificaciones y requisitos del cliente como con los requisitos legales y de la empresa que la produce o utiliza. Se establecen directrices específicas que deben seguirse para

asegurar la durabilidad de la capa de rodadura. También se exploran las maneras de implementar y evaluar estos principios, lo que afecta varias áreas de la organización. El estudio analiza cómo el ciclo Deming, o PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), facilita la realización eficiente y organizada de las actividades en las organizaciones. El ciclo Deming, en esencia, ofrece una guía fundamental para la gestión, basada en el establecimiento de objetivos, la definición de métodos y la creación de indicadores para verificar su cumplimiento. Sin duda, el seguimiento y control deben ser exhaustivos y rigurosos. La toma de decisiones se centra en mejorar la eficiencia y corregir errores que obstaculizan el incremento de la productividad. De este modo, se facilita la mejora continua y la elevación de la calidad (12).

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la tesis titulada “Factores determinantes de la productividad y eficiencia en la gestión de proyectos de construcción en la ciudad de Moquegua, 2023”, el autor tuvo por objetivo evaluar y analizar los factores que influyen en la productividad y eficiencia en la gestión de proyectos de construcción en la ciudad de Moquegua durante el año 2023. Propone un modelo de gestión para abordar los factores que afectan la productividad en el sector de la construcción. Entre los elementos clave analizados a través de este método se incluyen el uso de software de gestión de proyectos, la falta de capacitación y desarrollo de habilidades, la gestión del tiempo y la planificación, así como la evaluación y la retroalimentación. Este análisis permite identificar áreas de mejora, como una planificación más eficiente de las tareas, la prevención de cambios y conflictos perjudiciales durante el desarrollo de los proyectos, y la incorporación de nuevas herramientas y tecnologías que optimicen la gestión de proyectos en el sector de la construcción (13).

En la tesis titulada “Last Planner System para mejorar la productividad y los rendimientos en el proceso constructivo de los proyectos unifamiliares y multifamiliares de Cajamarca y Los Baños del Inca - Cajamarca 2023”, el autor estableció como objetivo principal identificar las ventajas que ofrece la implementación del sistema del último planificador en términos de productividad y eficiencia en el proceso de construcción; para lograrlo,

planteó una metodología en la cual utiliza un enfoque cuantitativo, lo que le permite recopilar datos en un contexto de estudio. Con estos datos, se puede verificar la hipótesis previamente establecida. Además, se define como una investigación experimental longitudinal dentro del diseño a utilizar porque se obtuvieron datos e información en situaciones nuevas, con lo cual examinó las ventajas del sistema del último planificador en la eficiencia y el desempeño del proceso constructivo de proyectos unifamiliares y multifamiliares en los distritos de Cajamarca y Los Baños del Inca. Tuvo un enfoque cuantitativo y exploratorio, utilizando las variables "Sistema de planificación más reciente", "productividad" y "rendimiento". Según los resultados, después de implementar el sistema Last Planner, los porcentajes promedio fueron TP (40.31 %), TC (39.82 %) y TNC (19.57 %). En resumen, la aplicación del Last Planner System (LPS) condujo a un incremento del 11.97 % en la productividad y del 21.64 % en los rendimientos (14).

En la investigación titulada "Diseño de procesos mediante la metodología de Deming para aumentar la lealtad de los clientes en Olimpo SAC", el investigador buscó emplear la metodología de Deming para diseñar procesos y evaluar la lealtad de los clientes. Para alcanzar este objetivo, se propuso utilizar una metodología de estudio no experimental, que se basó en la realidad actual, y transversal, ya que los datos se recolectaron en un momento específico. El término "correlacional causal" se refiere a la forma en que las variables o las relaciones causales entre un grupo de personas están conectadas. El estudio busca identificar la relación entre las variables del diseño de procesos y la lealtad de los clientes, conforme al objetivo planteado. Se llevaron a cabo pruebas estadísticas de normalidad y correlación, revelando que las variables están inversamente relacionadas. En otras palabras, a medida que aumenta el tiempo de servicio, disminuye la lealtad. Las pruebas de hipótesis demostraron retrasos en los tiempos de atención y una falta de lealtad (15).

En la tesis titulada "Optimización de la eficiencia en el proceso constructivo de losa aligerada en la construcción de edificaciones menores a tres niveles mediante la aplicación del método Delphi en la provincia de Huancayo", el investigador propuso examinar el impacto del método Delphi

en el proceso de construcción de losas aligeradas en edificaciones de hasta tres niveles. Para lograrlo, realizó un análisis y examina tanto los métodos tradicionales como los nuevos para la creación y colocación de losas aligeradas, con el fin de mejorar el proceso de construcción. Utilizó la metodología Delphi para definir las herramientas adecuadas que faciliten la selección de un sistema de mejora frente al método tradicional, así como para optimizar y perfeccionar el proceso de construcción de losas aligeradas. El objetivo no es solo cambiar el trabajo, sino también la cultura de la construcción. La técnica actual utilizada se basa en los conceptos del método Delphi para encontrar, evaluar y sugerir pautas para mejorar el sistema en estudio. Para realizar el estudio, se comenzó por recopilar datos para evaluar el sistema de mejora. Estos datos se obtuvieron a través de un grupo de expertos, y posteriormente se validó la encuesta utilizando el método del coeficiente de validez V de Aiken, que se calcula dividiendo el valor obtenido por la suma de todos los valores posibles. En este caso, las respuestas fueron dicotómicas (16).

En el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado “Implementación del Ciclo PHVA en la mejora del cumplimiento del plan mensual de avances - AESA Raura”, el investigador buscó descubrir cómo el ciclo de Deming (PHVA) mejora el cumplimiento del plan de avances mensual. Para ello, se examinó cómo aplicar el ciclo Deming para optimizar el porcentaje de cumplimiento del plan mensual del departamento de planificación y control de operaciones de AESA, una empresa especializada en extracción en la Unidad Minera Raura. La metodología de Deming, conocida como PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), se utilizó con el objetivo de mejorar el cumplimiento del plan mensual y, de este modo, aumentar los márgenes de ganancia del proyecto. La insuficiencia de equipos y la ausencia de ciclos para las actividades primarias y secundarias en la mina son las principales desviaciones identificadas. Esta insuficiencia afecta el cumplimiento de las actividades programadas, la aportación de metros cúbicos y el avance lineal. Para lograr esto, se implementó un reporte de actividades programadas en tiempo real, lo que permitió un seguimiento minucioso de las actividades del equipo. En consecuencia, se logró un aumento del 5 % en el cumplimiento del avance, lo que equivale en

promedio a 30 metros, y un aumento del 20 % en el cumplimiento del programa según lo previsto (17).

En la tesis titulada “Implementación de la metodología las 9 S para mejorar la productividad en la Empresa RK Industrias S.A.C., Lima, 2022”, el autor buscó determinar en qué medida la metodología de las 9'S tiene un impacto significativo en la mejora de la productividad. La investigación permitió establecer en qué medida la metodología de las 9'S incrementa significativamente la productividad en la empresa mencionada. Se llevó a cabo un estudio aplicado y explicativo con un enfoque cuantitativo. Dado que se realizaron evaluaciones tanto antes como después de la implementación, el diseño del estudio fue preexperimental. La muestra incluyó datos de un mes previo (octubre 2022) y un mes posterior (noviembre 2022) a la implementación. Los resultados mostraron que la metodología 9'S mejoró notablemente la eficiencia de la empresa, pasando del 47 % al 62 %, lo que equivale a un aumento del 21.92 %. Además, los resultados de la prueba fueron significativos, validando la hipótesis general (18).

2.1.3. Antecedentes locales

En el estudio titulado: “Evaluación de la aplicación de las herramientas PMI®, Lean, Six Sigma para la gestión de la calidad en la ejecución de las partidas de estructuras en la construcción de una residencial en Cusco”, el autor propuso utilizar las herramientas PMI®, Lean y Six Sigma para evaluar la gestión de la calidad en las partidas de estructuras durante la construcción de una residencia. Se analizó cómo estas herramientas pueden optimizar los procesos de construcción, identificar y corregir posibles desviaciones en la calidad del trabajo, y asegurar que el proyecto se termine dentro del plazo y presupuesto estipulados. La investigación tuvo como objetivo identificar las mejores prácticas y recomendaciones para optimizar la eficiencia y calidad en la ejecución de proyectos de construcción residencial. Esto ha resultado en un PPC del 81.5 % y un incremento en la productividad de la mano de obra del 30.43 % al 39.91 % de trabajo productivo. Para aumentar aún más este valor, es crucial abordar las incidencias identificadas en este estudio, tales como las

esperas (74 %), la falta de calidad (79 %), la sobreproducción (72 %) y el inventario (52 %) (19).

En la tesis titulada “Aplicación del ciclo de Deming para mejorar la productividad del proceso de cultivos en la Asociación Wawasonqo, Cusco 2021”, el investigador propuso evaluar la implementación del ciclo de Deming con el fin de incrementar la productividad del proceso de cultivo en la asociación. En esta investigación, el autor trabajó en un contexto aplicado utilizando un enfoque cuantitativo, con una metodología experimental y un nivel explicativo. La población estudiada comprendió 30 beneficiarios, cuyos datos fueron recopilados a lo largo de 18 semanas previas y posteriores a la implementación del ciclo de estudio. En el desarrollo de la investigación, se abordan diversos aspectos: desde la contextualización y problemática inicial en el primer capítulo, hasta la exposición de los resultados y propuestas de mejora en el cuarto capítulo. Se realizó un análisis estadístico durante un período de 3 meses, tanto antes como después de la implementación, con el fin de demostrar la relación de causa y efecto entre las variables analizadas. La muestra consistió en 36 trabajadores y se utilizaron registros de control de producción y tareo con el software SPSS para analizar los resultados obtenidos (20).

En la tesis titulada “Aplicación del ciclo Deming para acrecentar la productividad de trabajadores con discapacidad en obras de engavionados del IMA, Cusco 2021”, el autor buscó analizar cómo el uso del ciclo Deming puede aumentar la productividad de los empleados con habilidades especiales en estos proyectos. Utilizando un enfoque cuantitativo y analizando los datos numéricos obtenidos durante la construcción de muros de gavión, se ha demostrado que la implementación del ciclo Deming (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar - PHVA) provoca un incremento notable en la productividad de los trabajadores con discapacidad en la construcción de gaviones. Se llevaron a cabo pruebas durante un período de tres meses antes y después de la implementación, las cuales demostraron una clara relación causa-efecto entre las variables. La muestra estuvo conformada por 36 empleados, se emplearon registros de control de producción y tareo para realizar el análisis inferencial. A través

de pruebas estadísticas y utilizando el software SPSS, se rechazó la hipótesis nula, lo que permitió validar la hipótesis de investigación. Los resultados indicaron que la implementación del ciclo Deming mejoró considerablemente la productividad de los trabajadores con discapacidad, incrementando la producción de 86 a 125 unidades de cajas de gavión (21).

En la investigación titulada “Mejora de la productividad en avances en frentes aplicado PHVA en minera Arcata - Rampa Negativa Rosalia”, el autor empleó las técnicas del ciclo PHVA con el objetivo de mejorar la productividad en los progresos de los frentes de desarrollo de la mina. Esta investigación se enfoca en la aplicación práctica de los objetivos y el propósito del estudio, con el propósito de describir y analizar los fenómenos observados. Proporciona una visión detallada respaldada por datos sobre la implementación del ciclo PHVA. En función de los niveles de producción y el metraje de avance, se creó un plan para el avance de la Rampa Negativa Rosalía que incluye 225 metros de desarrollo y cámaras de carguío y acumulación. La Rampa Negativa Rosalía y las cámaras que la acompañan tendrían un costo estimado de US\$ 428,863.5 para su funcionamiento. La supervisión mensual de los indicadores fue uno de los resultados técnicos y el control de indicadores enmarcados en la fase de "Verificar" del ciclo PHVA. Enmarcados en la fase de "Verificar" del ciclo PHVA, incluyeron la supervisión mensual de los indicadores. En comparación con los costos sin su uso, los resultados económicos mostraron una mejora significativa en el costo de operación por metro de avance lineal al aplicar el ciclo PHVA, en comparación con los costos sin su uso. La relación entre beneficios y costos fue más favorable con la implementación del ciclo Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, demostrando que este enfoque optimizó el proceso productivo en la preparación y desarrollo de la rampa. También se constató una interacción efectiva entre las fases de Actuar y Planificar (22).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Ciclo PHVA - Deming (Planificar - Hacer - Verificar - Actuar)

El ciclo PHVA, conocido también como ciclo Deming, es una metodología que permite a las organizaciones implementar procesos de manera cíclica y organizada, garantizando un alto estándar de calidad en sus productos o servicios. Es un enfoque versátil que puede aplicarse a cualquier sector o tipo de negocio, ayudando a reducir costos, reducir errores, aumentar los ingresos y mejorar la satisfacción del cliente. Su principal ventaja es que proporciona un marco para la evaluación, la revisión y la implementación de ajustes inmediatos en bienes y servicios. El ciclo se compone de cuatro etapas: planificar, realizar, verificar y actuar. Estas etapas se ejecutan repetidamente para promover la mejora constante (23).



Figura 2. Ciclo PHVA.

Fuente: Moyano (24).

Según Moyano (24), la mejora continua, originada en el concepto japonés de Kaizen, implica realizar pequeñas mejoras constantes en todas las áreas de una organización. Este enfoque es esencial para lograr la excelencia en la gestión, ya que promueve la optimización de actividades y procesos en busca de la calidad integral. Integrar la filosofía de Kaizen en la cultura organizacional puede conducir a resultados significativos y sostenibles a lo largo del tiempo.

2.2.2. Productividad

La productividad en proyectos de infraestructura, como la construcción de carreteras, es esencial para evaluar la eficiencia operativa. Esta métrica muestra cómo se relacionan los recursos utilizados y los resultados obtenidos, permitiendo evaluar la eficiencia en la gestión de dichos recursos. Es crucial para asegurar el cumplimiento de los plazos y la producción planificada, según la documentación técnica y el análisis de costos unitarios (25).

La relación entre los resultados obtenidos, el tiempo empleado y la calidad de los recursos utilizados define la productividad, siendo el resultado de multiplicar eficacia por eficiencia. Evaluar y medir la productividad de manera precisa es crucial para optimizar los procesos y obtener mejores resultados.

La productividad, según Gutiérrez (26), se define como el resultado de multiplicar la eficacia por la eficiencia. Esta fórmula fundamental destaca la importancia de lograr resultados óptimos en menos tiempo y con los recursos adecuados. Maximizar la productividad es un objetivo clave en la gestión empresarial, ya que permite alcanzar mayores niveles de rendimiento y competitividad en el mercado. La multiplicación de la eficiencia por la eficacia es lo que se conoce como productividad.



Figura 3. Etapas de la productividad.

Productividad: mejoramiento continuo del sistema
Más que producir rápido, se trata de producir mejor
Productividad = Eficiencia × eficacia

Figura 4. Fórmula de la productividad.

Al respecto, Robbins y Judge (27) mencionan que la productividad es el nivel más alto de análisis del comportamiento organizacional.

Las dimensiones relacionadas con la productividad, como la eficacia y la eficiencia, son fundamentales para el éxito de cualquier organización. La eficacia se refiere a lograr los objetivos utilizando de manera óptima los recursos disponibles, minimizando el desperdicio. La eficiencia, por otro lado, se relaciona con la planificación y ejecución de la producción, utilizando los recursos de manera efectiva para alcanzar los objetivos establecidos. Ambos elementos son cruciales para garantizar un rendimiento óptimo y una maximización de los resultados en cualquier entorno empresarial (28).

2.2.3. Diagrama Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta efectiva para reconocer y clasificar las causas principales de un problema, priorizando los factores que generan un mayor impacto. Al reducir o eliminar gradualmente cada una de estas causas, se busca mejorar la situación paso a paso, comenzando con los elementos más frecuentes o relevantes y luego abordando los siguientes en la lista. Este enfoque, como señala Gutiérrez (26), se basa en la idea de identificar y solucionar los problemas más importantes de manera eficiente (29).

La aplicación de la "ley 80-20" de Pareto, que destaca la importancia de enfocarse en los pocos aspectos vitales que generan la mayor parte del efecto, es fundamental en este proceso. El diagrama de Pareto no solo es útil en la resolución de problemas, sino también en la mejora de la productividad, eficiencia, calidad y otros aspectos relevantes para cualquier organización.

2.2.4. Mejora continua

La mejora continua es un enfoque que puede implementarse tanto en la vida personal como en el entorno empresarial. Su implementación se vuelve cada vez más imperativa debido a la creciente necesidad de competitividad, especialmente al enfrentarse no solo a competidores locales, sino también a nivel regional y mundial. Después de la Segunda Guerra Mundial, Japón, con la ayuda de Estados Unidos, adoptó el concepto de Ciclo de Calidad o PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), lo que contribuyó significativamente a su recuperación económica y su ascenso como potencia mundial (30).

Japón supo integrar el conocimiento adquirido con su propia cultura e ideas, mientras que Estados Unidos tardó en adoptar esta metodología. El concepto de mejora continua, o Kaizen, surgió en Japón y fue posteriormente adoptado por Estados Unidos en respuesta a la necesidad de mantener la competitividad frente a la creciente presencia japonesa en el mercado global. Esta metodología, subraya la relevancia de la mejora continua y el control de calidad en cada fase del proceso de construcción (31).

2.2.5. Diagrama Ishikawa

Los diagramas de espina de pescado, conocidos también como diagramas de causa y efecto, son una herramienta crucial para analizar eventos o problemas no deseados. Al representar la causa principal como la "cabeza" del pez y los factores contribuyentes como las "ramas" de la espina dorsal, se logra una visualización clara de la situación. La estratificación cuidadosa de la información es fundamental al desarrollar un diagrama Ishikawa, ya que esta información se utiliza para identificar y analizar los posibles factores causales involucrados (32).

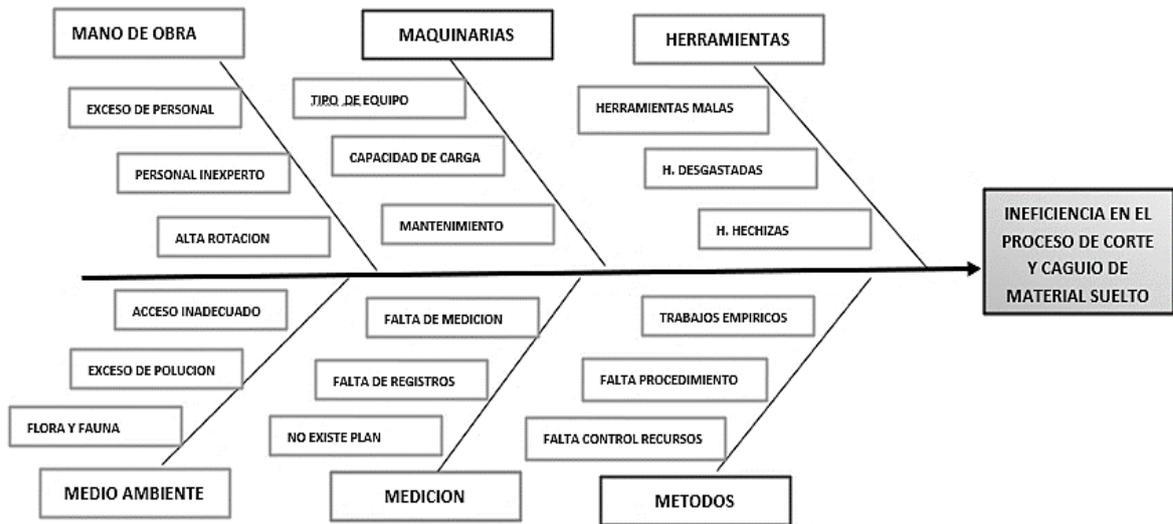


Figura 5. Diagrama de Ishikawa.

2.2.6. Factores evaluados para la comparación de metodologías

En el ámbito de la producción, es crucial considerar diferentes metodologías para mejorar los resultados finales del proceso y satisfacer al cliente. Aunque Six Sigma, Kaisen y Lean Manufacturing son opciones válidas, el ciclo PHVA se destaca por su enfoque en la mejora continua en costos y calidad, cumpliendo así con las necesidades del proyecto de manera efectiva. Además, se encontró que el ciclo PHVA requiere menos tiempo de implementación que otras opciones, lo que lo hace una elección eficiente.

En términos de costos, se sugiere considerar las opciones más económicas, como Lean Manufacturing y el ciclo PHVA, para perfeccionar y uniformizar los procesos en las organizaciones. En un entorno competitivo, es crucial mantener la eficiencia y la productividad, por lo que se sugiere que la metodología del ciclo PHVA es la más idónea.

Herramientas de mejora continua	Aplicación en la empresa	Tiempo de ejecución	Costos	Tiempo de resultados	Total
Importancia	0,25	0,21	0,29	0,25	1
Six Sigma	4	3	3	4	3,5
Kaisen	4	3	4	4	3,8
Lean Manufacturig	3	3	3	3	3,0
PHVA	5	4	4	5	4,5
TOTAL	4	3,3	3,5	4	

Figura 6. Cuadro de evaluación de métodos.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Bases teóricas

- **Actividad:** se refiere a una acción, como cotizar, vender o gestionar un pedido, realizada por un rol, ya sea individual o grupal, en un período determinado. Dicha acción cuenta con entradas y salidas claramente establecidas y está conformada por diversas tareas concretas. Estas actividades se realizan exclusivamente dentro del proceso y forman parte del flujo de este, ejecutadas por individuos (33).
- **Ciclo PHVA:** es una metodología empleada para desarrollar y ejecutar proyectos enfocados en mejorar la calidad y productividad en todos los niveles de una organización (26).
- **Competitividad:** es la habilidad de una empresa para generar beneficios en el mercado en comparación con sus competidores (34).
- **Control:** el proceso consiste en evaluar y confirmar la correcta ejecución del plan restaurado según las necesidades actuales. Para ello, se utilizan varias tecnologías, como herramientas de gestión para el seguimiento, auditorías y análisis de riesgos. El control de los procesos nos permite mantenerlos siempre dentro de los límites de aceptación establecidos y verificar que se cumplen las especificaciones del producto (35).
- **Eficacia:** es un término clave en cualquier organización, ya que alude a la habilidad de cumplir con las metas planteadas. Se mide por la efectividad en la consecución de metas y resultados deseados. La eficacia es la clave para garantizar el éxito y el cumplimiento de los objetivos previamente establecidos. Es importante asegurarse de que las actividades realizadas estén alineadas con las metas para lograr una alta eficacia en la organización (36).
- **Eficiencia:** se refiere al aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles, también denominados medios de producción. Esto se puede describir mediante la fórmula $E = P/R$, donde P indica los productos generados y R los recursos utilizados (37). La eficiencia es crucial para garantizar operaciones fluidas y rentables en cualquier organización, ya que permite maximizar el rendimiento con los recursos disponibles.

- Flujo de valor: se define como el conjunto de actividades requeridas para llevar a cabo la producción o prestación de un producto o servicio, desde su etapa inicial hasta su entrega final. Esta metodología, busca identificar y eliminar cualquier tipo de desperdicio o actividad innecesaria en el proceso, con el objetivo de optimizar la eficiencia y la calidad del resultado final (38).
- Indicador: es una medida numérica que permite evaluar el nivel de éxito en el logro de objetivos. Funciona como una herramienta para comparar resultados a lo largo del tiempo, entre productos similares, o en relación con metas y compromisos (39).
- Plan de mejora: es una estrategia que contempla una serie de medidas y decisiones con el fin de optimizar diferentes aspectos de una entidad, ya sea a nivel personal, comunitario o empresarial. El propósito principal de este plan es aumentar la eficiencia y la productividad de la entidad en cuestión. Este enfoque integral busca abordar de manera sistemática los puntos críticos que requieren mejorar para alcanzar el éxito deseado (26).
- Procedimiento: se refiere a la detallada representación de un procedimiento. Cuando el procedimiento es extenso, se desglosa en etapas para facilitar su comprensión. Por lo tanto, este análisis debe comenzar desde el mapa de procedimientos. Un procedimiento constructivo es un documento que describe la serie de pasos requeridos para ejecutar un proyecto de construcción.
- Proceso: se refiere a un grupo de actividades interconectadas o que interactúan entre sí, convirtiendo insumos en productos finales (40).
- Proceso crítico: se trata de un procedimiento esencial para el funcionamiento continuo de la organización durante un período determinado. Un proceso clave puede ser crucial para mejorar la competitividad de la empresa o para hacer frente a contingencias inesperadas (41).
- Proceso productivo: hace referencia a la integración de diferentes componentes, como medios de producción, mano de obra, procedimientos y tecnología, que una empresa emplea para producir bienes u ofrecer servicios.

- Producción: se define como cualquier actividad dirigida a la fabricación, creación u obtención de bienes y servicios.
- Productividad: el objetivo es lograr la mayor producción posible utilizando la menor cantidad de recursos disponibles (42).
- Satisfacción del cliente: la forma en que el cliente percibe el grado en que se satisfacen sus necesidades.

2.3.2. Términos básicos

- Control de recurso: actividad en la cual se mide el uso de los recursos por cada actividad (esto se hace con ayuda de una plantilla en Excel) con el fin de dimensionar los recursos del proyecto de manera efectiva.
- Costos: es un sacrificio de recursos que la empresa asigna para alcanzar un objetivo específico. En otras palabras, se refiere al esfuerzo en términos de inversión necesario para producir un producto o servicio (43).
- Material suelto: se refiere a aquel que puede ser removido sin necesidad del escarificador de un tractor sobre orugas.
- Parte diario de equipos: es un formato de trabajo diario que recoge la información de las cantidades de horas trabajadas, así como ayuda a especificar el tipo de maquina y el uso (en que proceso participó).
- Parte diario de personal: formato de llenado diario en la cual recaba la información de la cantidad de trabajadores participaron en la actividad, que ayuda a detallar la cantidad de horas trabajadas del personal por cada proceso y la tipificación de cada uno de ellos (cargo).
- Presupuesto: se define como una representación cuantitativa formal de las metas que la dirección de la empresa busca alcanzar en un periodo específico, empleando las estrategias adecuadas para alcanzarlos (44).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Tipo de la investigación

El estudio actual se clasifica como experimental-aplicado. Este tipo de investigación permite evaluar la rentabilidad de un recurso y medir el impacto económico derivado de mejoras en la eficiencia de la productividad del proceso. La investigación aplicada tiene como propósito generar conocimientos que puedan ser utilizados de manera inmediata para abordar problemas sociales o industriales, combinando la teoría con la práctica para promover innovaciones tecnológicas.

En el caso de la investigación experimental, se lleva a cabo manteniendo ciertas variables de control constantes, mientras se manipulan otras para observar los efectos o reacciones resultantes (45). La investigación experimental consiste en exponer a un objeto o grupo de individuos a condiciones, estímulos o tratamientos específicos (variables independientes) para observar las respuestas o efectos que se producen. En contraste, la investigación aplicada se enfoca en generar conocimientos que puedan ser utilizados directamente para resolver problemas sociales o industriales, representando un avance tecnológico que conecta la teoría con la práctica, y que se fundamenta en la investigación básica (46).

3.1.2. Alcance de la investigación

El alcance de esta investigación es relacional, centrado en el proyecto de construcción de la carretera Santa María - Santa Teresa, Puente Hidroeléctrica, y específicamente en el proceso de corte y carguío de material suelto. El objetivo es aplicar el ciclo PHVA para mejorar la eficiencia del proceso, optimizando la relación entre el uso de los recursos (factor máquina - factor hombre).

El alcance relacional se enfoca en comprender cómo se vinculan o se asocian dos o más conceptos, categorías o variables dentro de un contexto específico (47).

3.1.3. Enfoque de la investigación

En este estudio, se emplea un enfoque de investigación mixto que combina métodos cualitativos y cuantitativos. Las investigaciones de enfoque mixto integran de manera sistemática ambos tipos de métodos en un solo estudio para lograr una comprensión más exhaustiva del fenómeno analizado (48).

Esto implica la recolección y análisis de datos a través de entrevistas, revisión bibliográfica, entre otros métodos cualitativos, así como el análisis estadístico de datos para obtener mediciones precisas e indicadores cuantitativos, como la medición de los factores (factor máquina y factor hombre) en este caso. El objetivo es obtener resultados que permitan medir la efectividad, desempeño y evolución del Plan de Gestión mediante un análisis tanto cualitativo como cuantitativo.

3.2. Diseño de la investigación

Este estudio emplea un diseño de investigación cuasi-experimental, en el cual se ajustan una o más variables (como los recursos humanos y el equipo) para regular sus incrementos o reducciones y examinar su impacto en el costo y la eficiencia del proceso. La investigación cuasi-experimental se caracteriza por no seleccionar aleatoriamente al sujeto de estudio, sino que se encuentra o se establece de antemano (49). Su metodología es descriptiva, lo que implica observar el comportamiento de los individuos y las diversas variables sociales, y registrar tanto datos cualitativos como cuantitativos.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población en un estudio es el conjunto completo de personas, objetos o eventos que tienen un interés común en el estudio (50).

En esta investigación, la población está compuesta por el grupo de trabajo del proceso de corte y carguío de material suelto, conformado por 40 personas, así como por 4 excavadoras y 4 tractores, todos ellos identificados previamente en el proyecto.

3.3.2. Muestra

Una muestra es una parte o subconjunto de la población que representa de manera más precisa posible las características de la población completa (51). Partiendo del concepto de la muestra, se optó por tomar como muestra al grupo se conformado por 10 trabajadores y 2 máquinas pesadas, que representan las características de la población conformado por un grupo de trabajo específico dentro del proceso de corte y carguío de material suelto.

3.3.3. Muestreo

En esta investigación, se utiliza el método de muestreo no probabilístico, que consiste en seleccionar una muestra de acuerdo con la conveniencia del investigador. En este caso, elegimos una cuadrilla (grupo de trabajo) previamente identificada, en contraste con el muestreo probabilístico, en el que las personas a estudiar se seleccionan al azar.

El muestreo no probabilístico es un método de selección de muestras en el que no todos los individuos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos (52).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Se tienen como técnicas a las siguientes:

- Entrevista: es una técnica cualitativa de recolección de datos en la que se obtiene información directamente de los individuos mediante preguntas dirigidas. Con esta técnica obtendremos detalles en profundidad sobre la percepción, experiencia o conocimiento de los trabajadores sobre el proceso de corte y carguío de material suelto. Ya que esta técnica es flexible y adaptable nos ayudará a comprender mucho mejor tanto las habilidades y debilidades de cada trabajador con respecto al proceso, así como su percepción del desarrollo del proceso de trabajo ayudándonos a hacer la selección de personal y recursos idóneos para la actividad.

- Observación directa: esta técnica implica la recopilación de datos a través de la observación del comportamiento de los involucrados en la actividad de estudio. Para esta investigación se aplicó participante, en el cual el observador luego de una observación inicial realiza las correcciones a las desviaciones observadas para luego evaluar un nuevo desempeño en la actividad.
- Revisión documental: esta técnica, consiste en la recopilación y análisis de información contenida en documentos escritos o electrónicos. Para nuestra investigación nos centraremos específicamente en los formatos de control de campo (parte diario de equipos, parte diario mano de obra, reporte de producción) con la ayuda de estos elaboraremos el control digital de costo diario con el cual estaremos midiendo la evolución del costo del proceso con las modificaciones dadas con la técnica observación directa.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos empleados incluyen el Formato de Parte Diario, el Formato de Reporte de Producción, el Formato de Asistencia de Personal y el Formato de Costo Diario.

- Formato de Costo Diario: para comparar los costos reales con los proyectados y analizar la rentabilidad.
- Hoja de Charla: formato que contiene la información de personas que participaron en la entrevista, esto sobre la cantidad de personal laborando en la actividad, así como el recurso usado.
- Reporte de Producción: este formato, completado por los jefes de grupo o los encargados de cada frente de trabajo, detalla las actividades realizadas y los recursos utilizados. Incluye datos como la cantidad de máquinas utilizadas, el personal asignado a la actividad, la ubicación de la zona de trabajo, el volumen de trabajo realizado y cualquier restricción que pueda afectar la actividad.
- Parte Diario: formato que registra el tiempo de trabajo del equipo y otros datos operativos, este es llenado por los operadores de equipo.
- Formato de Asistencia de Personal (tareo): formato que sirve para registrar las horas trabajadas por el personal. Detalla la información de la cantidad de personal (horas trabajadas) asignadas a cada actividad.

- Formato de Costo Diario: hoja Excel que se alimenta con la información de los ítems anteriores, compara los costos reales con los proyectados y analizar la rentabilidad. El Ingeniero de producción o el ingeniero de costos y planificación son responsables de completar y analizar este formato.

Estos instrumentos son relevantes y adecuados para el tipo de investigación que se llevó a cabo, ya que permiten recopilar datos tanto cuantitativos como cualitativos que son esenciales para evaluar la eficiencia y efectividad del proceso en estudio. Asimismo, dichos elementos fueron validados por el área de costos y presupuestos, ya que los mismos son utilizados para las valorizaciones y la proyección de costos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Aplicación de la metodología para el control de los recursos

Para aplicar la metodología Deming en el proceso de corte y carguío de material suelto, es esencial llevar a cabo un análisis detallado para identificar los problemas principales. Después de haberlos detectado, se deben implementar soluciones apropiadas para resolverlos de manera efectiva.

En este contexto, se emplea el diagrama de Ishikawa, que también se conoce como diagrama de espina de pescado o diagrama de causa y efecto (53). Esta herramienta ayuda a identificar las posibles causas de los problemas, permitiendo un análisis detallado de las variables que influyen en el proceso de corte y carguío de material suelto. Con la información proporcionada por el diagrama de Ishikawa, se pueden diseñar estrategias específicas para abordar cada causa raíz identificada y mejorar así el funcionamiento global del proceso.

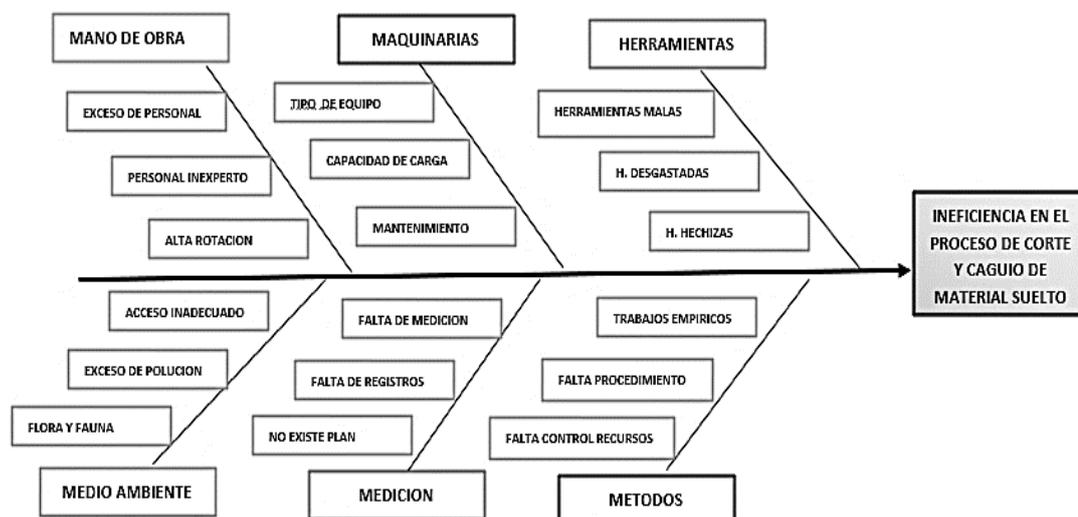


Figura 7. Diagrama de Ishikawa.

Tabla 2. Cuadro de ocurrencias.

CAUSA	PROBLEMAS	FRECUENCIA (UND/SEM)	%	ACUMULADO	% ACUMULADO
P-01	EXCESO DE PERSONAL	10	15%	10	15%
P-02	PERSONAL INEXPERTO	8	12%	18	28%
P-03	NO EXISTE REGISTRO DE INDICADORES	7	11%	25	38%
P-04	TRABAJOS EMPIRICOS	6	9%	31	48%
P-05	HERRAMIENTAS DE MEDICION NULOS	6	9%	37	57%
P-06	FALTA PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	5	8%	42	65%
P-07	ALTA ROTACION	4	6%	46	71%
P-08	FALTA CONTROL RECURSOS	4	6%	50	77%
P-09	CAPACIDAD DE CARGA	4	6%	54	83%
P-10	POLUCION	3	5%	57	88%
P-11	TIPO DE CUCHARON	2	3%	59	91%
P-12	MANTENIMIENTO DEL EQUIPO	2	3%	61	94%
P-13	ACCESO INADECUADO	2	3%	63	97%
P-14	FLORA Y FAUNA	2	3%	65	100%
	TOTAL	65	100%		

Durante 2 semanas (ocurrencias por semana):

Luego de la aplicación del diagrama de Ishikawa, e identificando los problemas que afectan la eficiencia del proceso (Anexo 6. Formato reporte de producción), se aplica un cuadro de frecuencias ocurridas.

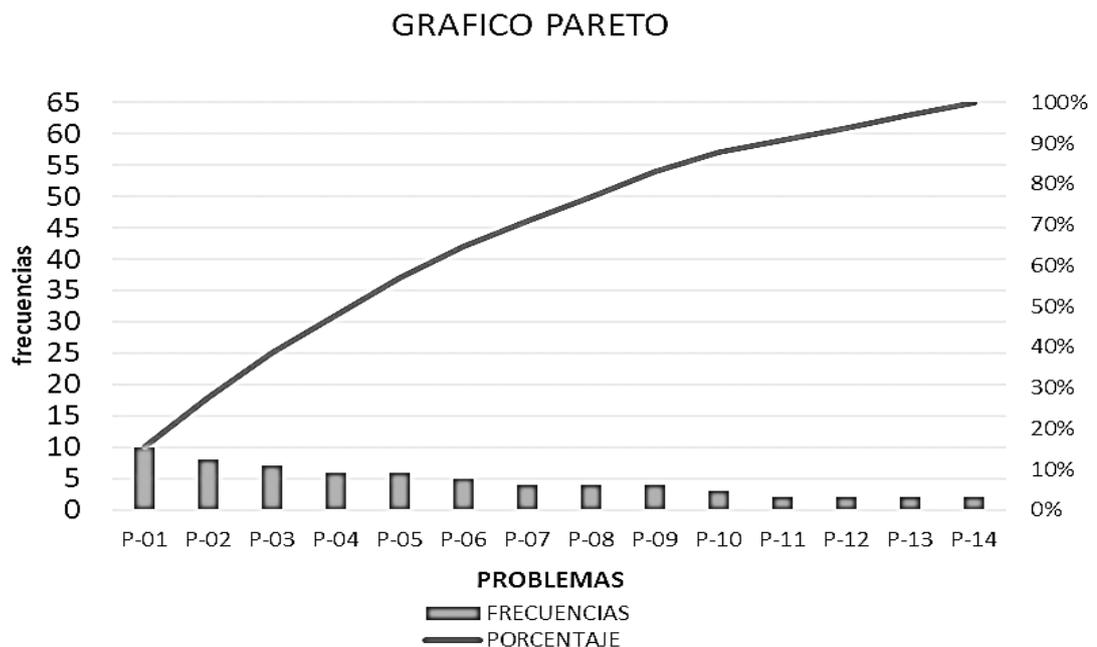


Figura 8. Gráfico de Pareto.

Luego de haber realizado el cuadro de los problemas que afectan el proceso, y estos medidos por su frecuencia, se aplicó el diagrama Pareto, esto con el fin de determinar los problemas más recurrentes y buscar optimizarlos.

Tabla 3. *Ocurrencias, problemas principales.*

CAUSA	PROBLEMAS	FRECUENCIA (UND/SEM)	%	ACUMULADO	% ACUMULADO
P-01	EXCESO DE PERSONAL	10	15%	10	15%
P-02	PERSONAL INEXPERTO	8	12%	18	28%
P-03	NO EXISTE REGISTRO DE INDICADORES	7	11%	25	38%
P-04	TRABAJOS EMPIRICOS	6	9%	31	48%
P-05	HERRAMIENTAS DE MEDICION NULOS	6	9%	37	57%
P-06	FALTA PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	5	8%	42	65%
P-07	ALTA ROTACION	4	6%	46	71%
P-08	FALTA CONTROL RECURSOS	4	6%	50	77%
P-09	CAPACIDAD DE CARGA	4	6%	54	83%
P-10	POLUCION	3	5%	57	88%
P-11	TIPO DE CUCHARON	2	3%	59	91%
P-12	MANTENIMIENTO DEL EQUIPO	2	3%	61	94%
P-13	ACCESO INADECUADO	2	3%	63	97%
P-14	FLORA Y FAUNA	2	3%	65	100%
TOTAL		65	100%		

Después de analizar los datos obtenidos en el diagrama de Pareto, se detectaron los principales problemas que afectan el proceso de corte y carguío de material suelto. Estos problemas son los siguientes:

- Exceso de personal.
- Personal inexperto.
- Falta de registro de indicadores.
- Realización de trabajos empíricos.
- Ausencia de herramientas de medición.
- Carencia de procedimientos de trabajo.

Estos seis problemas representan las áreas de mayor recurrencia y deben abordarse como prioridad para mejorar la eficiencia y la efectividad del proceso. Es importante encontrar soluciones específicas para cada uno de estos problemas con el fin de optimizar el funcionamiento general del proceso de corte y carguío de material suelto.

4.1.1. Incremento de la productividad por la aplicación de la metodología Deming

Para mejorar la productividad mediante la aplicación del ciclo Deming PHVA en la mejora de la eficiencia del proceso, se llevó a cabo un análisis exhaustivo. En primer lugar, se realizó la identificación de la composición del Análisis de Precios Unitarios (APU) del presupuesto del proyecto en estudio. Luego, se procedió a analizar el costo real alcanzado en la partida del proceso de corte y carguío de material suelto, considerando los datos desde el inicio del proyecto en julio de 2021.

Posteriormente, se compararon estos resultados con el costo presupuestado del proyecto, tal como se había establecido en el expediente de este. Este análisis comparativo permitió identificar discrepancias entre el costo real y el costo presupuestado, esto proporcionó la base para implementar mejoras en el proceso con el fin de elevar la eficiencia y la productividad.

Tabla 4. *Comparación de costos (presupuesto actual).*

EXCAVACION CLASIFICADA EN MATERIAL SUELTO					PRESUPUESTADO
Rendimiento m3/ día:		777.0000			
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial
Mano de obra					
Capataz	hh	0.5000	0.0051	28.9	0.15
Peón	hh	2.0000	0.0206	15.9	0.33
					Costo M.O
					0.46
Equipos y herramientas					
Tractor Orugas	hm	0.7000	0.0072	292.38	2.11
Excavadora S/orugas 115-165 HP	hm	0.3000	0.0031	248.34	0.77
Herramientas Manuales	%	0.0033	0.5000	0.48	0.03
					Costo M.O
					2.9
Costo directo					3.36
total					

EXCAVACION CLASIFICADA EN MATERIAL SUELTO					ACTUAL
Rendimiento m3/ día:		777.0000			
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial
Mano de obra					
Capataz	hh	0.5000	0.0051	28.9	0.30
Peón	hh	2.0000	0.0206	15.9	1.47
				Costo M.O	1.77
Equipos y herramientas					
Tractor Orugas	hm	0.7000	0.0072	292.38	2.11
Excavadora S/orugas 115-165 HP	hm	0.3000	0.0031	248.34	2.56
Herramientas Manuales	%	0.0033	0.5000	0.48	0.03
				Costo M.O	4.70
				Costo directo	6.47
				total	

Una vez definidos los problemas principales tanto en los procesos como en los recursos, y después de identificar los factores que inciden en ellos, se procedió a implementar el ciclo PHVA. En esta fase, se harán las correcciones necesarias, dividiendo los problemas en dos áreas: factor humano y factor máquina. Se aplicó el formato de costo diario al proceso para verificar las incidencias y las correcciones realizadas, con el objetivo final de mejorar la eficiencia del proceso. Este enfoque permitió una gestión más efectiva de los recursos humanos y de las máquinas, abordando las áreas de mejora identificadas para optimizar el rendimiento general del proceso.

4.1.2. Aplicación de la productividad en un proceso constructivo

La productividad se define como la proporción entre los productos obtenidos y los recursos empleados, donde los productos son los bienes o servicios generados, y los recursos son los insumos utilizados. En el ámbito de la construcción, la productividad se entiende como la relación entre lo que se ha producido y el gasto asociado a esa producción, además de ser una medida de la eficiencia en la gestión de recursos durante el proceso de construcción. Esto implica administrar los recursos de manera efectiva para lograr los objetivos del proyecto dentro del plazo establecido (54).

		Utilización de Recursos	
		Buena	Pobre
Logro de Metas	Alto	Eficiente y Efectivo ALTA PRODUCTIVIDAD	Ineficiente pero Efectivo
	Bajo	Eficiente pero Inefectivo	Ineficiente e Inefectivo

Figura 9. Productividad.

El rendimiento, como se define en este contexto, es el inverso de la productividad y se calcula como los recursos empleados divididos por la cantidad producida.

Existen diferentes tipos de productividad en un proyecto:

- a) Productividad de la Mano de Obra: se refiere a la cantidad producida en relación con las horas hombre empleadas, expresada como unidades de construcción por hora hombre. Por ejemplo, metros cuadrados de encofrado por cada hora hombre invertida.
- b) Productividad en Equipos: evalúa la cantidad producida en función de las horas máquina utilizadas, expresada en unidades de construcción por hora máquina. Por ejemplo, metros cúbicos excavados por cada hora máquina invertida.
- c) Productividad de Materiales: se refiere a la cantidad producida en relación con el recurso material empleado, expresada en unidades de construcción por cantidad de material utilizado.

Para mejorar la productividad en el factor humano se aplicaron las siguientes medidas:

- 1) Capacitación del personal ingresante para la actividad.
- 2) Evaluación y selección de personal.
- 3) Selección de personal in situ durante el desarrollo de la actividad.

Para esto se aplica la fórmula de la productividad:

$$Productividad = \frac{Resultados\ logrados}{Recursos\ empleados}$$

Figura 10. Fórmula de la productividad.

Debido a estos datos, tanto el factor humano como el factor máquina, que son componentes principales de la actividad de corte y carguío, necesitan cambios (ajustes).



Figura 11. Ciclo del mejoramiento de la productividad.

4.1.3. Aplicación de la metodología Deming al factor humano

Factor Humano: dado este dato, es urgente implementar ajustes tanto en el factor humano como en el factor máquina, que son componentes fundamentales de la actividad de corte y carguío.

Tabla 5. Problemas y acciones por aplicar con PHVA.

PROBLEMA	CAUSA	ACCION PHVA	VALORACION
EXCESO DE PERSONAL	Al no contar con un orden por grupo de trabajo ni tampoco un análisis de las cuadrillas típicas en proyectos anteriores Se tiene exceso de personal por tomar personal sin control	Planificar: Distribución personal por cuadrillas. Hacer: En base al costo unitario comenzar a realizar el ajuste de personal por día (2 semanas) a fin de mejorar la eficiencia Verificar : Realizar la medición del impacto en el costo diario con la reducción en la semana 1 (16 al 21 mayo). Actuar: Una vez evidenciado y comprobado la mejora en la eficiencia se aplicara a la población.	Eficiencia de 10% lograda en Aplicación del PHVA Reducción en el proceso .Reducción del costo Real del proceso al final de la primera semana 38% menos que el inicial
PERSONAL INEXPERTO	el personal calificado como mano de obra no calificada (Peones, vigías) el principal problema observado es que al ingresar al proyecto no recibieron una capacitación sobre la actividad y el jefe de grupo y/o encargado al tener exceso de personal los direcciono hacia otras actividades que no contribuían al proceso.	Planificar: Se aplico capacitaciones por trabajos específicos, así como uso de herramientas de trabajo. Hacer: Se verifico in situ la aplicación de la capacitación en los trabajos.Verificar: se realizo el seguimiento al desempeño del personal y se reasigno a diferentes frentes de trabajo hasta quedar con el personal adecuado y necesario para la actividad. Actuar: Con el personal reasignado y capacitado se hizo el seguimiento a la evolución del costo diario.	
NO EXISTE REGISTRO DE INDICADORES	no se tiene claro donde están los problemas de productividad y exceso de costo ,debido a un nulo control de las actividades.	Planificar: Una vez determinado la falta de indicadores se planteo aplicar el costo diario para comenzar a ver el escenario real y así trazar la mejora de la eficiencia. Hacer: Se comenzo a realizar el costo diario tomando como base el costo Actual y el Costo previsto y comenzar a realizar ajustes en HH, HM. Verificar : Se realizo el seguimiento y los cambios que se realizaba en el costo diario al aplicar correcciones en HH Y HM. Actuar : una vez llegado a ser eficientes en la partida se logro mantener constante el costo manteniendo los recursos definidos	Eficiencia de lograda en Aplicación del PHVA Reducción en el proceso .Reducción al final de las dos semana con incidencia en el factor humano y Factor Maquina se logro ser mas eficientes y disminuir del costo estando por debajo del previsto (S/3.38 x m3 del previsto S/.3.20 x m3) un ahorro de S/.0.18 por m3 ejecutado de corte y Carguio de Material Suelto
TRABAJOS EMPIRICOS	la falta de conocimiento de este trabajo se basaban en conocimientos básicos y realizaban los trabajos de manera improductiva realizando una mala distribución de equipos y mala distribución del personal, así como realizando actividades innecesarias que no contribuyen con el procedimiento.	Planificar: Se realizo un chek list de los trabajos realizados y se comenzo a eliminar los empiricos a fin de mejorar el proceso Verificar : Se realizo la aplicación de los procesos realizados así como ordenamiento del uso de maquinas y recurso humano con la ayuda del costo diario . Hacer: Se realizo el ajuste en la segunda semana del factor Maquina a fin de mejorar la eficiencia , esto aplicando un trabajo mas ordenado con uso mejorado de maquinas.Actuar : Se realizo el seguimiento a la evolución del costo diario en el factor maquina , esto corrigiendo la operacion y adecuado uso de los equipos de carguio	

HERRAMIENTAS DE MEDICION NULOS	Al no haber herramientas de medición debido a lo explicado de que esta empresa es nueva en este rubro de construcción no existía un control de los recursos, en coordinación con el área de oficina se decidió aplicar el formato de valor ganado así como la curva S para el proyecto a fin de tener claro el desarrollo de las distintas actividades del proyecto tanto en costo como en tiempo .Para este análisis de nuestro caso se considero como formato obligatorio para todas las áreas el uso del formato costo diario.	Planificar: Una vez determinado la falta de indicadores se planteo aplicar el costo diario para comenzar a ver el escenario real y así trazar la mejora de la eficiencia. Hacer: Se comenzo a realizar el costo diario tomando como base el costo Actual y el Costo previsto y comenzar a realizar ajustes en HH, HM. Verificar : Se realizo el seguimiento y los cambios que se realizaba en el costo diario al aplicar correcciones en HH Y HM. Actuar : una vez llegado a ser eficientes en la partida se logro mantener constante el costo manteniendo los recursos definidos	Eficiencia de lograda en Aplicación del PHVA Reduccion en el proceso .Reduccion al final de las dos semana con incidencia en el factor humano y Factor Maquina se logro ser mas eficientes y disminuir del costo estando por debajo del previsto (S/3.38 x m3 del previsto S/.3.20 x m3) un ahorro de S/.0.18 por m3 ejecutado de corte y Carguio de Material Suelto
FALTA DE PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	Debido a una falta de procedimiento de trabajo, tanto el personal involucrado como los responsables del proyecto no conocían el orden de las actividades ni la aplicación de las herramientas de gestión. Por lo que se procedió a generar un procedimiento para el proyecto y se hizo la difusión tanto al personal población como al personal Muestra.	Planificar: Se realizo un procedimiento de trabajo de las actividades a realizar así como se hizo la capacitacion de todo el personal. Hacer: De acuerdo al procedimiento difundido se comenzo a relizar los ajustes (reduccion en personal y equipos) a fin de llegar al costo previsto de la partida corte y carguio.Verificar: Se realizo el costo diario haciendo énfasis en el desarrollo de cada factor (Maquina y Hombre) para llegar al previsto del costo del proceso. Actuar : Se logro llegar a estar por debajo del costo Previsto , logrando ser mas eficientes con un margen de s/.1 por m3	

Después de haber identificado los problemas, causas y acciones, se realizó un diagrama de flujo donde se implementó el ciclo PHVA (mejora continua) para corregir el proceso de selección e ingreso de personal. en esta fase, se implementó el costo diario durante la primera semana para ajustar el factor de recurso humano, así como para hacer las correcciones necesarias en el proceso de selección e ingreso del personal, aplicando el ciclo PHVA de mejora continua.

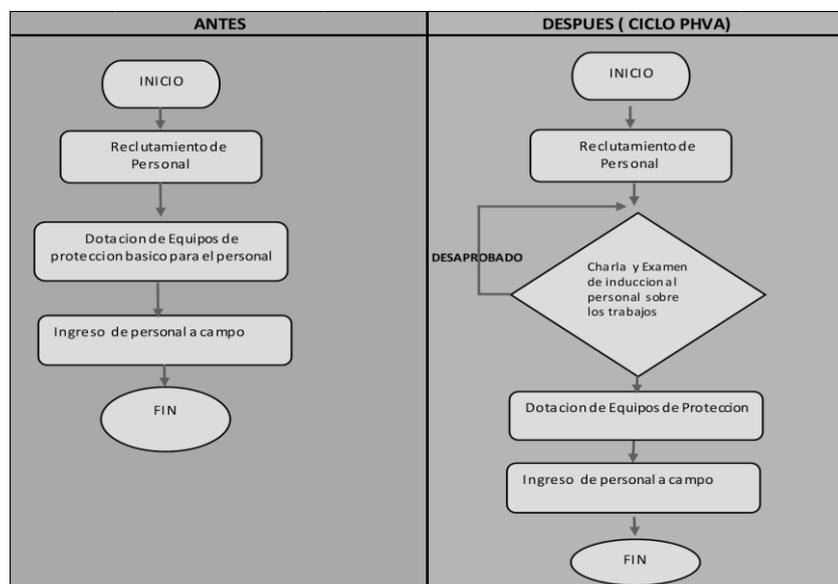


Figura 12. Flujograma de ingreso del personal.

Después de mejorar el proceso de ingreso y lograr tener un personal mejor capacitado, se procedió a corregir la cantidad de personal en la muestra con el objetivo de mejorar la evolución del costo del proceso (costo por día). Se realizó la optimización de la cantidad de personal, considerando que el expediente del proyecto contempla 3 personas en la partida de recursos humanos.

Se aplicaron las mejoras obtenidas, como el personal capacitado y la herramienta de evaluación de capacidades, para reducir gradualmente la cantidad de personal por día hasta alcanzar la cantidad especificada en el expediente (o por debajo de ella).

Aplicando esta corrección en el factor humano, reduciendo la cantidad de personal por día y manteniendo únicamente el personal necesario para la actividad (optimización y eficiencia), se obtuvieron los resultados siguientes.

Tabla 6. *Evolución de la incidencia del factor humano (PHVA).*

FECHA	CANTIDAD DE PERSONAL PREVISTO	CANTIDAD DE PERSONAL APLICANDO PHVA	DISMINUCION	% DE MEJORA (EFICIENCIA)
16.06.22	3	10	0	-30%
17.06.22	3	8	2	-38%
18.06.22	3	5	3	-60%
19.06.22	3	4	1	-75%
20.06.22	3	3	1	0%
21.06.22	3	2	1	33%

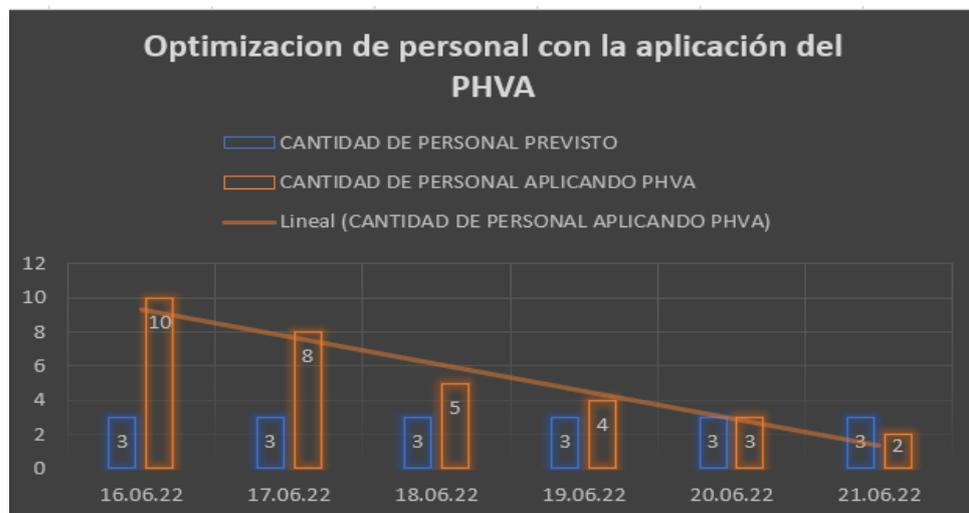


Figura 13. Disminución del factor humano.

Como se aprecia en el cuadro, después de haber realizado el ajuste de la cantidad de personal (factor humano) se aplica la fórmula de productividad antes (con el recurso humano antes) y después (tras aplicar la corrección con el PHVA) como se aprecia en el gráfico la disminución del personal durante la primera semana se optimizó el proceso, dejando solo la cantidad necesaria para realizar la actividad, esto generó una mejora entre el costo real alcanzado versus el costo real del presupuesto.

Tabla 7. Disminución del costo favor humano (PHVA).

FECHA	COSTO PRESUPUESTADO	COSTO ACTUAL (EVOLUCION PHVA)	DIFERENCIA
16.06.22	0.48	1.77	-1.29
17.06.22	0.48	1.44	-0.96
18.06.22	0.48	0.95	-0.47
19.06.22	0.48	0.79	-0.31
20.06.22	0.48	0.62	-0.14
21.06.22	0.48	0.46	0.02

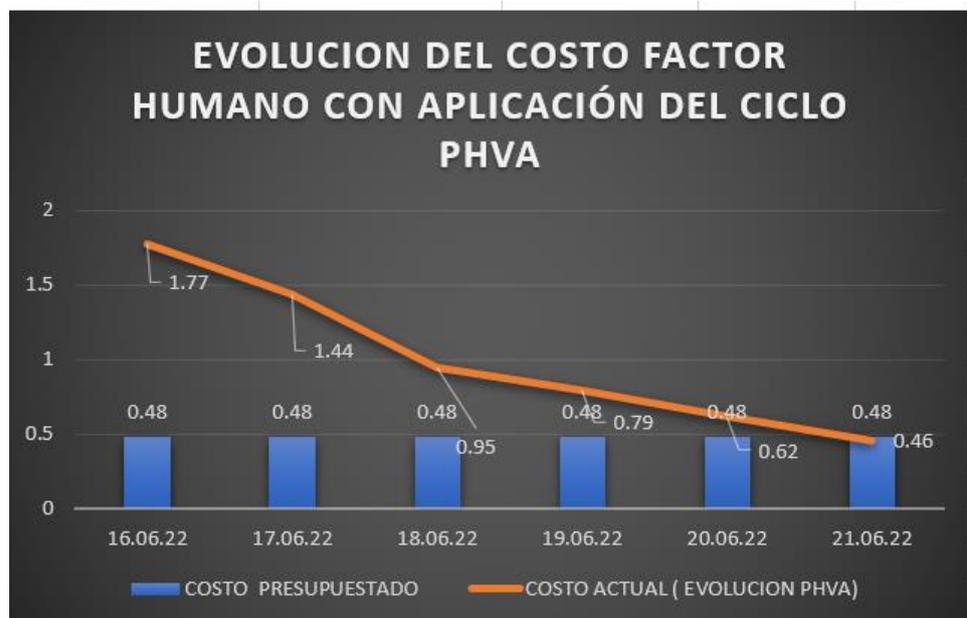


Figura 14. Evolución del costo favor humano (PHVA).

4.1.4. Aplicación de la metodología Deming al factor máquina

Luego de haber optimizado el factor humano, se procede a realizar la optimización del uso de factor máquina, esto siguiendo la misma metodología aplicada en el factor humano (PHVA - proceso de mejora continua) optimizando en dos semanas.

Tabla 8. Evolución del costo factor máquina (PHVA).

FECHA	COSTO PRESUPUESTADO (s/m ³)	COSTO ACTUAL (EVOLUCION PHVA)	DIFERENCIA (s/m3)
16.06.22	2.9	4.7	-1.8
17.06.22	2.9	4.3	-1.4
18.06.22	2.9	4	-1.1
19.06.22	2.9	3.5	-0.6
20.06.22	2.9	3	-0.1
21.06.22	2.9	2.74	0.16

Con la aplicación del ciclo Deming y la corrección según tabla se logró disminuir el costo en el factor máquina de 2.9 nuevos soles a 2.74 nuevos soles por m³ (reducción por optimización de los recursos en el proceso).



Figura 15. Evolución del costo factor máquina.

4.1.5. Resultados de la aplicación del ciclo PHVA al proceso corte y carguío de material suelto

Después de aplicar soluciones a cada problema de los componentes de la partida durante dos semanas utilizando la metodología de Deming y los formatos, se obtuvieron los resultados que se presentan en el cuadro a continuación, mostrando una disminución en la incidencia de horas hombre y horas máquina. Esta mejora se logró mediante la implementación de optimizaciones en todos los componentes del proceso de corte y carguío

de material suelto. El costo se redujo incluso por debajo de lo esperado, pasando de S/ 3.38 a S/ 3.20 por metro cúbico, lo que representa un ahorro de S/ 0.18. Se muestra a continuación aquello.

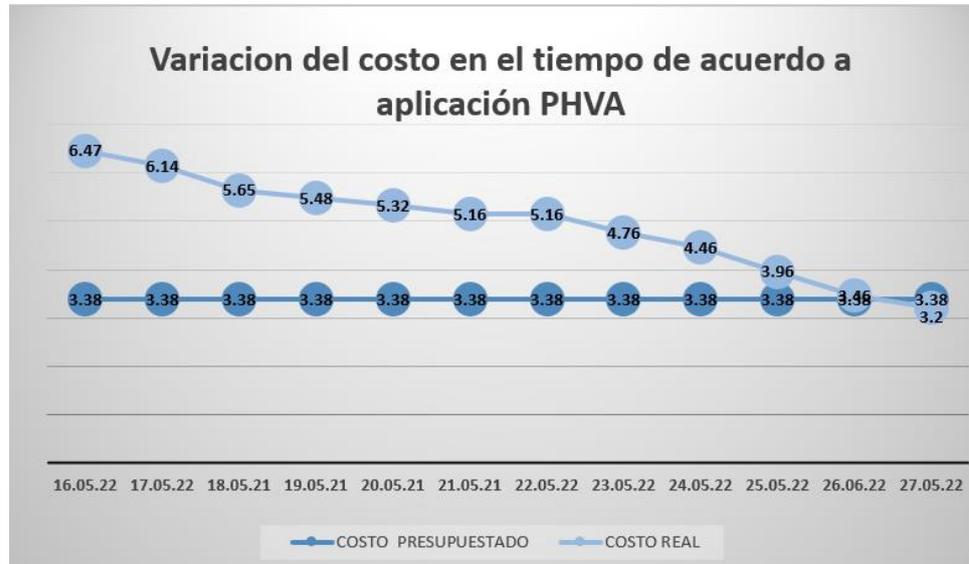


Figura 16. Evolución del costo durante el tiempo de aplicación PHVA.

Con esta proyección, en el tiempo de proyecto por el saldo de obra (700,000 m³) se tendrá un ahorro (margen) en dicho proceso de S/ 126,000

Tabla 9. Cuadro de proyección de ganancias y pérdidas (sin PHVA - con PHVA).

COSTO UNITARIO PREVISTO (S./M³)	COSTO REAL SIN PHVA (S./M³)	PERDIDA POR M³ (S./.)	SALDO DE OBRA (M³)	COSTO EN SALDO DE OBRA (S./.)	PERDIDA EN SALDO DE OBRA (S./.)
3.38	6.47	-3	700,000	4529000	-2163000

COSTO UNITARIO PREVISTO (S./M³)	COSTO REAL CON PHVA (S./M³)	GANANCIA M³ (S./.)	SALDO DE OBRA (M³)	COSTO EN SALDO DE OBRA (S./.)	GANANCIA EN SALDO DE OBRA (S./.)
3.38	3.2	0	700,000	2240000	126,000

4.2. Viabilidad económica para la aplicación de la metodología Deming para el proceso corte y carguío de material suelto

Desde el punto de vista económico, la metodología PHVA es viable porque fue capaz de generar beneficios significativos al proceso y lograr una rentabilidad mientras se estaba perdiendo.

Para lograr dicho análisis, se estructuró el siguiente presupuesto.

Tabla 10. *Presupuesto para la aplicación de la metodología.*

A. COSTOS DIRECTOS				
MATERIALES E INSUMOS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
CRONOMETRO	UND	1	25	25
LIBRETA DE CAMPO	UND	2	9	18
PAPEL A4	Millar	1	30	30
MEMORIA USB	UND	2	45	90
LAPTOP	UND	1	300	300
TABLILLA	UND	1	15	15
LAPICEROS	UND	6	1.5	9
RESALTADORES	UND	3	3.5	10.5
CALCULADORA	UND	1	45	45
RECURSO HUMANO				
DIGITADOR	MENSUAL	1	1500	2190
ING DE PLANEAMIENTO Y PRODUCTIVIDAD	MENSUAL	1	3100	4526
B. COSTOS INDIRECTOS				
PASAJE	Varios			350
ALIMENTACION	Varios			900
HOSPEDAJE	Varios			1500
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				7258.5
TOTAL, COSTOS INDIRECTOS				1850
TOTAL			S./	9108.5

En el presente presupuesto, se han considerado los materiales necesarios como útiles y personal, así como sus respectivos beneficios sociales, además de identificar la mejor aplicación posible para cada recurso necesario a fin de que este presupuesto sea lo menor posible y usado de manera óptima sin crear excesos de uso de recurso por retrabajo o recarga de datos al sistema.

El presupuesto inicial de S/ 9,108.5 se compara con el beneficio generado por la aplicación de la metodología del PHVA, que es de S/ 0.18 de margen de ganancia por metro cúbico (m³). Esto implica que, con este margen de ganancia, el costo del estudio sobre la aplicación del sistema PHVA para la mejora del proceso se recuperaría en tres meses. Incluso con solo el grupo de muestra, el costo del estudio se cubriría ampliamente.

4.2.1. Cronograma

El presente cronograma está considerado desde la aprobación del proyecto de tesis hasta la elaboración del informe final.

Este considera en las dos semanas (16-22 mayo) la aplicación de todas las correcciones con el sistema PHVA - Deming, es decir, las 2 semanas son 100 % aplicadas con el formato de costo diario y correcciones en la zona de trabajo.

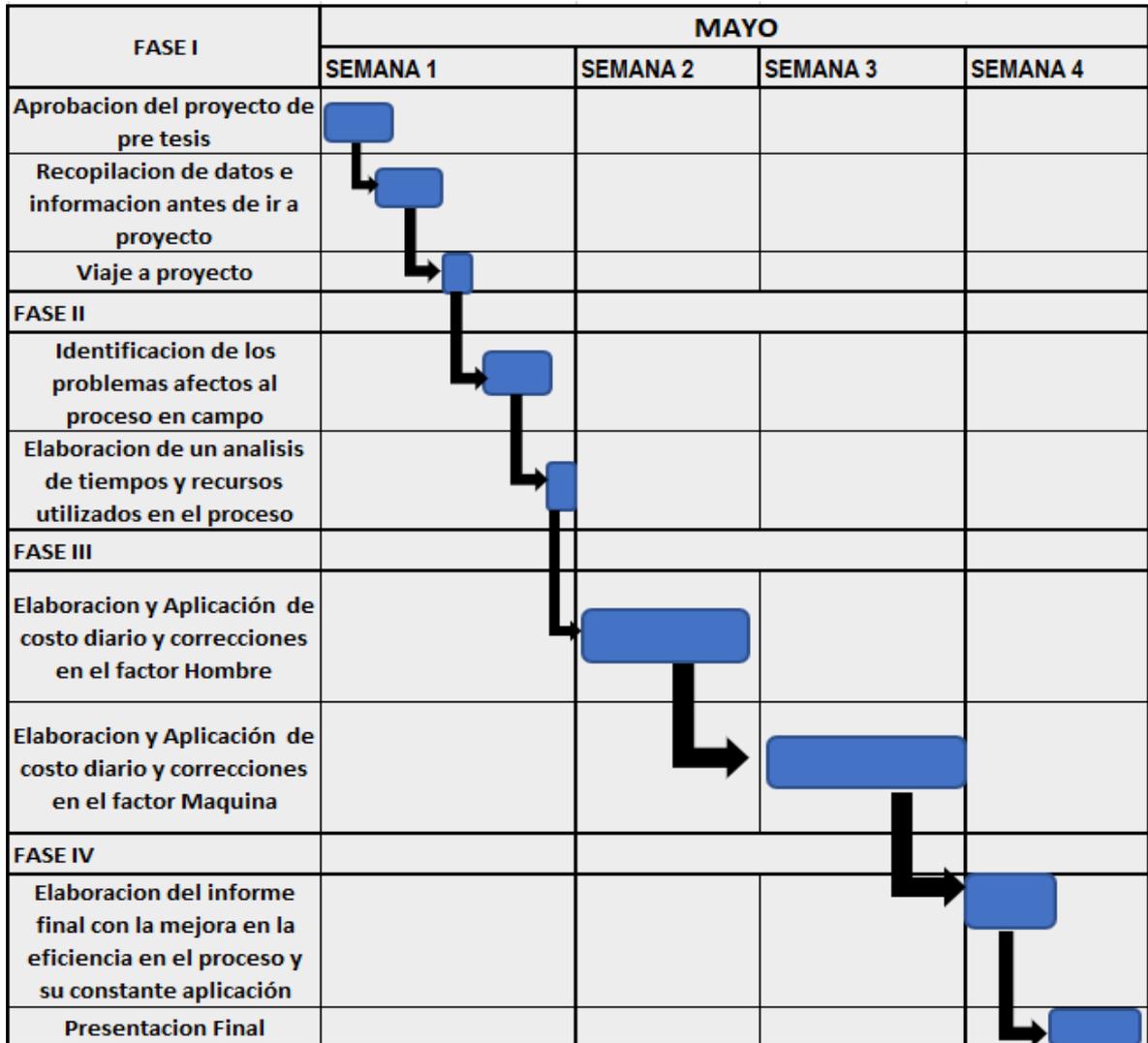


Figura 17. Cronograma de aplicación PHVA.

4.3. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en esta investigación son coherentes con los autores y teorías citadas en el marco teórico. El primer objetivo, que consiste en la aplicación de la metodología Deming para el control de los recursos involucrados en el proceso de corte y carguío de material suelto, arrojó como resultado la optimización de estos recursos, tanto el factor humano como el factor máquina. Se estableció una secuencia de control y seguimiento de acuerdo con la metodología del PHVA, lo

que permitió una disminución significativa en comparación con el costo real inicial. En el caso del factor humano, el costo se redujo de 0.48 a 0.32 soles, y en el caso del factor máquina, de 4.6 a 2.35 soles.

Estos hallazgos están en línea con los reportados por Aravena (9), en su investigación titulada “Mejoramiento de productividad en proyectos de inversión Minera Escondida”, en la que logró optimizar los procesos en la mina escondida en un 35 % (aumento de la efectividad) basándose en el análisis de los tiempos utilizados en las actividades de cuatro proyectos. Los tiempos se dividieron en Detenciones Autorizadas (DA), Actividades que No Agregan Valor (NAV), Actividades de Soporte (SO) y Actividades que Agregan Valor (AV).

El estudio guarda relación con el trabajo de tesis de Sierra (11), titulado “Manufactura esbelta aplicada al mejoramiento de los procesos logísticos en obras de construcción”. En este trabajo, el autor aplica un manual de buenas prácticas basado en la metodología PHVA, lo que resulta en una mejora significativa en el proceso de logística. Al gestionar las compras de manera eficiente, se logra aumentar notablemente la eficiencia de los procesos, garantizando la disponibilidad de materiales dentro de los plazos determinados.

El segundo objetivo del estudio consistió en incrementar la productividad mediante la aplicación de la metodología Deming en los recursos utilizados en la obra de la carretera Santa María - Santa Teresa, en mayo de 2022. Este objetivo se logró de manera progresiva, primero abordando el factor humano durante la primera semana y luego el factor máquina durante la segunda semana. Para llevar un seguimiento diario, se utilizó una herramienta Excel denominada "Costo Diario", en la cual se ingresaban los datos obtenidos cada día y se comparaban con el costo presupuestado. Como resultado, se logró una mejora en el proceso con un margen económico de 0.18 soles.

El proceso de mejora y la generación de un margen económico guardan similitudes con el estudio realizado por Chipana (21), titulado “Aplicación del ciclo Deming para acrecentar la productividad de trabajadores con discapacidad en obras de engavionados del IMA, Cusco 2021”. En este estudio, se utilizó la metodología PHVA para mejorar la productividad de los trabajadores con discapacidad en obras de engavionados. Como resultado, la productividad aumentó significativamente, pasando de un promedio semanal de 86 unidades producidas en 200 horas hombre

a 125 unidades en 254 horas hombre. Este incremento de 40 unidades de producción promedio por semana resultó en un margen de ganancia en la actividad, en línea con los resultados del estudio.

Con base en los resultados obtenidos y el margen de ganancia proyectado hasta el final del proyecto, que asciende a 217,000 soles, se determinó la viabilidad económica de aplicar la metodología Deming en la obra de la carretera Santa María - Santa Teresa en mayo de 2022. Según los cálculos realizados, el presupuesto requerido para la implementación de la metodología PHVA en la mejora del proceso es de S/ 14,471.5; este presupuesto puede ser cubierto con el margen de ganancia generado por la producción en la eliminación de corte y carguío de material suelto, lo que indica que la aplicación de la metodología es económicamente viable.

CONCLUSIONES

Primera. La implementación del ciclo PHVA permitió aumentar la productividad del proceso con una mejora del 5 %, equivalente a 0.18 soles por metro cúbico en comparación con el costo presupuestado.

Segunda. Se lograron identificar los principales problemas que afectaban el proceso logrando la mejora en la eficiencia en el proceso con la aplicación del PHVA.

Tercera. Se logró un adecuado control de recursos en base a la aplicación de controles en los recursos, mediante la aplicación costo diario en el proceso se logró identificar los agentes incidentes y su reducción para lograr estar por debajo del costo presupuestado.

Cuarta. Se consiguió mejorar la eficiencia en el proceso de corte y carguío de material suelto, evidenciando ajustes efectivos en los recursos implicados. Esta mejora se reflejó en el aumento de la productividad para cada uso de recurso, considerando cada variable involucrada en el proceso.

Quinta. Se logró determinar la viabilidad de la aplicación de la metodología ya que generó un margen de ganancia que ayudó a generar un nuevo costo de partida de acuerdo con la eficiencia de recursos y que sirva como base para proyectar costos en los siguientes proyectos de la empresa.

RECOMENDACIONES

En línea con el objetivo de implementar el ciclo PHVA en los procesos de construcción, se sugiere implementar esta y/u otras metodologías en las obras de construcción para optimizar los procesos y generar un mayor margen de utilidad:

Primera. En este estudio, se recomienda priorizar los procesos que tienen mayor impacto en el presupuesto.

Segunda. Se recomienda el uso de esta u otra metodología para mantener y mejorar el adecuado control de recursos. Es esencial continuar con la aplicación diaria de análisis de costos y reforzar los controles implementados. Además, sería beneficioso establecer un sistema de monitoreo continuo que permita identificar de manera proactiva cualquier agente incidente que pueda afectar los costos. Esto contribuirá no solo a mantener los costos por debajo del presupuesto, sino también a optimizar el uso de los recursos y mejorar la eficiencia operativa.

Tercera. Para continuar mejorando la eficiencia en el proceso de corte y carguío de material suelto, se recomienda llevar a cabo un monitoreo constante de los recursos y realizar ajustes según sea necesario. Además, es útil emplear herramientas de análisis de datos para detectar oportunidades de mejora y optimización.

Cuarta. Resultados inmediatos que reflejen la realidad del proceso y poder corregir cualquier desviación, así como capacitaciones regulares a los operarios y personal de piso para asegurar que estén al tanto de las mejores prácticas y técnicas más eficientes para el corte y carguío de material.

Quinta. Se sugiere formalizar y documentar el nuevo costo de partida como un estándar para la empresa y realizar un benchmarking interno y externo para comparar el nuevo costo de partida con los costos de proyectos similares dentro de la empresa y con otras empresas. Esto ayudará a garantizar que el costo de partida sea competitivo y realista.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SANTIBÁÑEZ, A. Desarrollo modelo de mantenimiento predictivo para equipos mineros en distribuidora Cummins Chile S.A. Proyecto de Grado (Magíster en Ingeniería de Negocios con Tecnologías de Información). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2016.
2. RIOS, W. Aplicación del PHVA en el proceso de revisiones técnicas para mejorar la productividad en la emisión de certificados en el área técnica de la Empresa Retegen S.A.C. Callao 2017. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2017.
3. LUPANO, J. y SÁNCHEZ, R. *Políticas de movilidad urbana e infraestructura urbana de transporte*. Chile: Naciones Unidas, 2009.
4. RODAS, V. y VARGAS, W. Gestión de la planificación, programación, ejecución y control del proyecto de la planta de tratamiento de residuos biocontaminados del Hospital Regional de Pucallpa utilizando Lean Construction y Metodologías Ágiles. Tesis de Maestría (Maestro en Ciencias). Callao: Universidad Nacional del Callao, 2024.
5. GAVIRIA, P. Diseño de un sistema de indicadores de sostenibilidad como herramienta en la toma de decisiones para la gestión de proyectos de infraestructura en Colombia. Trabajo de Grado (Maestría en Ingeniería). Colombia: Universidad EAFIT, 2013.
6. PAEZ, F. y SUAREZ, D. Programa de gestión para los tableros y gabinetes de distribución eléctrica orientado a la eficiencia energética basado en la norma ISO 55000 y la norma ISO 50001 para la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña. Trabajo de Grado. Colombia: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, 2022.
7. SANTOS, G. Mejora continua para la empresa Químicos Guerrero, Cantón La Libertad, año 2023. Trabajo de Integración (Licenciado en Administración de Empresas). Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2024.
8. SALDIVIA, F. Modelo de gestión de la productividad en la industria de la construcción. Proyecto de Grado (Magíster en Ingeniería Industrial y de Sistemas). Chile: Universidad del Desarrollo, 2022.
9. ARAVENA, C. Mejoramiento de productividad en proyectos de inversión Minera Escondida. Tesis de Maestría (Magíster en Gestión y Dirección de Empresas). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2020.

10. CANO, P. Influencia de los procesos en la productividad de las empresas constructoras en las provincias de Los Ríos y propuesta de un modelo de gestión. Tesis de Maestría (Magíster en Administración de Empresas). Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2020.
11. SIERRA, J. Manufactura esbelta aplicada al mejoramiento de los procesos logísticos en obras de construcción. Trabajo de Grado (Título de Ingeniero Industrial). Colombia: Universidad EIA, 2020.
12. ROJAS, K. Implementación del ciclo PHVA en la producción y colocación de capas de rodadura tipo MDC. Ensayo Académico. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada, 2020.
13. CURO, L. y TINTAYA, E. Factores determinantes de la productividad y eficiencia en la gestión de proyectos de construcción en la ciudad de Moquegua, 2023. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2023.
14. ALVA, F. y CERQUIN, A. Last Planner System para mejorar la productividad y los rendimientos en el proceso constructivo de los proyectos unifamiliares y multifamiliares de Cajamarca y Los Baños del Inca - Cajamarca 2023. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2023.
15. SAUÑI, C. Diseño de procesos mediante la metodología de Deming para aumentar la lealtad de los clientes en Olimpo SAC. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, 2022.
16. SOBREVILLA, V. Optimización de la eficiencia en el proceso constructivo de losa aligerada en la construcción de edificaciones menores a tres niveles mediante la aplicación del método Delphi en la provincia de Huancayo. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Continental, 2018.
17. ARZAPALO, P. Implementación del Ciclo PHVA en la mejora del cumplimiento del plan mensual de avances - AESA Raura. Trabajo de Suficiencia Profesional (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Continental, 2020.
18. ISLA, A. Implementación de la metodología las 9 S para mejorar la productividad en la Empresa RK Industrias S.A.C., Lima, 2022. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2022.
19. FLOREZ, E. y PALMA, J. Evaluación de la aplicación de las herramientas PMI®, Lean, Six Sigma para la gestión de la calidad en la ejecución de las partidas de estructuras en la construcción de una residencial en Cusco. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2023.

20. RAMOS, J. Aplicación del Ciclo de Deming para mejorar la productividad del proceso de cultivos en la Asociación Wawasonqo, Cusco 2021. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2021.
21. CHIPANA, W. Aplicación del ciclo Deming para acrecentar la productividad de trabajadores con discapacidad en obras de engavionados del IMA, Cusco 2021. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2021.
22. AROTAIPE, F. Mejora de la productividad en avances en frentes aplicado PHVA en minera Arcata-Rampa Negativa Rosalia. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2019.
23. TARBORDA, J. Propuesta de mejoramiento del proceso logístico Mizusumashi en la fábrica Bugalagrande S.A. Aplicando herramientas de lean manufacturing. Trabajo de Grado (Título de Ingeniero Industrial). Colombia: Unidad Central del Valle del Cauca, 2015.
24. MOYANO, J. Lean Production y gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa, 2011, 17(1), 137-157 pp. ISSN: 1135-2523.
25. BARREDA, M. Influencia del Modelamiento de Información de Construcciones en Evaluación de Costos de Remodelación de la Comisaría de Picota - San Martín. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2020.
26. GUTIÉRREZ, H. *Calidad total y productividad*. México: McGraw-Hill, 2010. ISBN: 978-607-15-0315-2.
27. ROBBINS, S. y JUDGE, T. *Comportamiento organizacional*. México: Pearson Educación, 2009. ISBN: 978-607-442-098-2.
28. TENORIO, Y. Implementación del Ciclo Deming para Mejorar la Productividad del Área de Producción de la Empresa Accesorios y Partes Industriales S.A.C., Lima, 2023. Trabajo de Suficiencia Profesional (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Católica Sedes Sapientiae, 2023.
29. CABRERA, R. *Manual de Lean Manufacturing*. 2014.
30. CAMISÓN, C., CRUZ, S. y GONZÁLEZ, T. *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. España: Pearson Educación, 2006. ISBN: 84-205-4262-8.
31. GOMEZ, E., MEJIA, S. y RUEDA, L. Mejoramiento de procesos en empresas grandes del Valle de Aburrá. Trabajo de Grado (Título de Ingeniero Administrador). Colombia: Universidad EIA, 2009.

32. NIEBEL, B. y FREIVALDS, A. *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: McGraw-Hill, 2009. ISBN: 978-970-10-6962-2.
33. SERRANO, J. *Enfoques constructivistas en educación*. REDIE: Revista Electrónica de Investigación Educativa, 2011, 13(1). ISSN: 1607-4041.
34. ANZIL, F. [En línea]. Competitividad, 2008. Disponible en: <https://www.zonaeconomica.com/definicion/competitividad>.
35. VITORIA, A. [En línea]. Control de los procesos, 2011. Disponible en: <https://www.eoi.es/blogs/20calidad/2012/01/26/control-de-los-procesos-2/>.
36. OLIVERA, J. La relación entre la eficiencia y el desempeño organizacional: una revisión desde el sector servicios. *Rev. Científica Anfibios*, 2022, 5(1). ISSN: 2711-0532.
37. CHIAVENATO, I. *Introducción a la teoría general de la administración*. México: McGraw-Hill, 2004.
38. CABRERA, R. *Value Stream Mapping*. 2011.
39. FONTALVO, T., DE LA HOZ, E. y MORELOS, J. *La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional*. *Dimensión Empresarial*, 2018, 16(1). ISSN: 1692-8563.
40. PEREZ, J. *Gestión por procesos*. España: ESIC, 2012. ISBN: 978-84-7356-854-8.
41. CONTRERAS, J. Propuesta de implementación de metodología de gestión de procesos para la identificación de procesos críticos expuestos a riesgos operacionales en la empresa Sigma SAFI. Trabajo de Suficiencia Profesional (Título de Licenciado en Administración de Empresas). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, 2017.
42. LAUZEL, P. y CIBERT, A. *De los ratios al cuadro de mando*. 1967.
43. HORNGREN, C., DATAR, S. y RAJAN, M. *Contabilidad de costos*. México: Pearson Educación, 2012. ISBN: 978-607-32-1024-9.
44. BURBANO, J. *Presupuestos*. Colombia: McGraw-Hill, 2005.
45. ARIAS, F. *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Venezuela: Episteme, 2012. ISBN: 980-07-8529-9.
46. LOZADA, J. Investigación aplicada. Definición, Propiedad intelectual e industria. *CienciAmérica*, 2014, 3(1), 47-50 pp. ISSN: 1390-9592.
47. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
48. SANCHEZ, M. Metodología de investigación en pedagogía social (avance cualitativo y modelos mixtos). *Pedagogía Social*, 2015, (26), 21-34 pp. ISSN: 1139-1723.

49. ARNAU, J. Tecnologías de la información y comunicación en la enseñanza de diseños experimentales y aplicados. *Psicothema*, 2006, 18(3), 646-651 pp. ISSN: 0214-9915.
50. ARIAS, J. y COVIÑOS, M. *Diseño y metodología de la investigación*. Lima: Enfoques, 2021. ISBN: 978-612-48444-2-3.
51. PALELLA, S. y MARTINS, F. *Metodología de la investigación cuantitativa*. Venezuela: FEDUPEL, 2006.
52. CUESTA, M. *Introducción al muestreo*. España: Universidad de Ovideo, 2009.
53. DE SAEGER, A. *El diagrama de Ishikawa*. 2016.
54. HEIZER, J. y RENDER, B. *Principios de administración de operaciones*. México: Pearson Educación, 2009. ISBN: 978-607-442-099-9.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿El uso de la metodología del ciclo Deming en el proceso de corte y carguío de material suelto puede incrementar la productividad en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>*¿Cuáles son los principales problemas operacionales que afectan la eficiencia del proceso de corte y carguío de material suelto en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022?</p> <p>*¿Cómo aplicar la metodología Deming para la optimización de los recursos participes en el proceso corte y carguío de material suelto en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022?</p> <p>*¿Es posible determinar la viabilidad económica de aplicar la metodología Deming en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Aplicar la metodología del ciclo Deming en el proceso de corte y carguío de material suelto para incrementar la productividad en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>*Aplicar la metodología del ciclo Deming en el proceso de corte y carguío de material suelto para incrementar la productividad en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.</p> <p>*Aplicar la metodología Deming para la optimización de los recursos participes en el proceso corte y carguío de material suelto en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.</p> <p>*Determinar la viabilidad económica de aplicar la metodología Deming en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La aplicación de la metodología del ciclo Deming en el proceso de corte y carguío de material suelto incrementará la productividad en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>*Existen problemas operacionales que afectan la eficiencia del proceso de corte y carguío de material suelto en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.</p> <p>*Con la aplicación de la metodología Deming se optimiza el uso de los recursos participes en el proceso corte y carguío de material suelto en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.</p> <p>*Es posible determinar la viabilidad económica de aplicar la metodología Deming en la obra, carretera Santa María - Santa Teresa - mayo 2022.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Optimización del proceso de corte y carguío.</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Incrementar la productividad.</p> <p>Indicadores:</p> <p>*Reporte de producción.</p> <p>*Formato de costo diario.</p> <p>*Formatos parte diario de equipos y mano de obra.</p>	<p>Enfoque de la investigación:</p> <p>Mixto.</p> <p>Diseño de la investigación:</p> <p>Cuasi experimental.</p> <p>Tipo de la investigación:</p> <p>Aplicada.</p>

Anexo 2. Costo presupuestado y real (antes de aplicación de la metodología).

Descripción del recurso	COSTO PREVISTO					Descripción del recurso	COSTO REAL						
	Cuadrilla	Cantidad	Incidencia	P.U. (\$/.)	Parcial (\$/.)		Cuadrilla	Cantidad	Incidencia	P.U. (\$/.)	Parcial (\$/.)		
Mano de obra					1.5865	Mano de obra					3.4971		
11001 Jefe de Grupo	0.50	HH	5.00	0.005263	20.55	0.1082	11001 Jefe de Grupo	1.88	HH	18.80	0.019789	20.55	0.4067
11002 Operario civil	0.00	HH	0.00	0.000000	18.88	-	11002 Operario civil	3.00	HH	30.00	0.031579	18.88	0.5962
11003 Oficial civil	2.00	HH	20.00	0.021053	15.19	0.3198	11003 Oficial civil	2.00	HH	20.00	0.021053	15.19	0.3198
11004 Ayudante civil	3.00	HH	30.00	0.031579	13.56	0.4282	11004 Ayudante civil	5.00	HH	50.00	0.052632	13.56	0.7137
11005 Operador Excavadora	1.00	HH	11.11	0.011696	25.36	0.2966	11005 Operador Excavadora	2.00	HH	22.22	0.023392	25.36	0.5932
11006 Operador Tractor D6/D7	0.50	HH	5.56	0.005848	25.36	0.1483	11006 Operador Tractor D6/D7	1.00	HH	11.11	0.011696	25.36	0.2966
11007 Operador Motoniveladora	0.00	HH	0.00	0.000000	25.36	-	11007 Operador Motoniveladora	0.00	HH	0.00	0.000000	25.36	-
11013 Vigía	2.00	HH	20.00	0.021053	13.56	0.2855	11013 Vigía	4.00	HH	40.00	0.042105	13.56	0.5709
Equipo					3.7190	Equipo					5.2970		
31004 Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP + Martillo Hid	0.50	HM	4.00	0.004211	259.18	1.0913	31004 Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP + Martillo Hid	1.00	HM	8.00	0.008421	259.18	2.1826
31002 Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	1.00	HM	8.00	0.008421	173.75	1.4632	31002 Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	1.00	HM	8.00	0.008421	173.75	1.4632
31003 Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP CGM	0.00	HM	0.00	0.000000	259.18	-	31003 Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP CGM	0.00	HM	0.00	0.000000	259.18	-
31005 Tractor Sobre Orugas de 180 - 200 HP	0.00	HM	0.00	0.000000	181.76	-	31005 Tractor Sobre Orugas de 180 - 200 HP	1.00	HM	8.00	0.008421	181.76	1.5306
31006 Tractor Sobre Orugas de 200 - 240 HP	0.00	HM	0.00	0.000000	272.65	-	31006 Tractor Sobre Orugas de 200 - 240 HP	0.00	HM	0.00	0.000000	272.65	-
31007 Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	0.50	HM	4.00	0.004211	270.49	1.1389	31007 Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	0.00	HM	0.00	0.000000	270.49	-
31046 Torre de Iluminación Terex RL4000 / 6 KW	0.50	HM	4.00	0.004211	6.09	0.0256	31046 Torre de Iluminación Terex RL4000 / 6 KW	0.50	HM	4.00	0.004211	6.09	0.0256
31010 Camión Volquete 6x4 de 15 m3 de 400 - 440 HP	0.00	HM	0.00	0.000000	65.17	-	31010 Camión Volquete 6x4 de 15 m3 de 400 - 440 HP	0.00	HM	0.00	0.000000	65.17	-
31062 Motosierra Husqvarna de 24"	0.00	HM	0.00	0.000000	1.68	-	31062 Motosierra Husqvarna de 24"	0.00	HM	0.00	0.000000	1.68	-
31016 Cargador Sobre Llantas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m3	0.00	HM	0.00	0.000000	180.45	-	31016 Cargador Sobre Llantas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m3	0.50	HM	0.50	0.000526	180.45	0.0950
Materiales					1.2913	Materiales					1.6193		
21001 PETROLEO BIODIESEL B5		GAL	144.52	0.152126	7.92	1.2048	21001 PETROLEO BIODIESEL B5		GAL	183.86	0.193537	7.92	1.5328
21031 GASOLINA 90				1.000000	6.24	-	21031 GASOLINA 90				1.000000	6.24	-
21079 HERRAMIENTAS			5%	1.000000	1.73	0.0865	21079 HERRAMIENTAS			5%	1.000000	1.73	0.0865
		Incidencia				6.60			Incidencia				10.41
													Costo unitario directo

Anexo 3. Aplicación de costo diario semana del 16 al 21 de junio - factor humano.

Responsable: Elmerth Gamés	UND.	CUADRILLA	CANT	PU (S./) ACT.	Rend	Acum	16-May		17-May		18-May		19-May		20-May		21-May		
							x		x		x		x		x		x		
							DÍA		DÍA		DÍA		DÍA		DÍA		DÍA		
							Cant	Costo	Cant	Costo	Cant	Costo	Cant	Costo	Cant	Costo	Cant	Costo	
Descripción del recurso																			
Mano de obra		MO (S./m3)					3,293.2		3,079.8		2,698.4		1,715.0		1,402.0		1,254.4		
Jefe de Grupo	HH	0.500	5.00	21.35		20.0	426.9	10.0	213.5	10.0	213.5	-	-	-	-	-	-	-	
Operario civil	HH			19.07		30.0	572.0	30.0	572.0	10.0	190.7	10.0	190.7	10.0	190.7	10.0	190.7	10.0	190.7
Oficial civil	HH	2.000	20.00	15.85		20.0	313.0	20.0	313.0	20.0	313.0	20.0	313.0	-	-	-	-	-	
Ayudante civil	HH	3.000	30.00	13.41		50.0	670.6	50.0	670.6	50.0	670.6	30.0	402.3	30.0	402.3	20.0	268.2	20.0	268.2
Operador Excavadora	HH	1.000	11.11	25.16		20.0	503.2	20.0	503.2	20.0	503.2	20.0	503.2	20.0	503.2	20.0	503.2	20.0	503.2
Operador Tractor D8/D7	HH	0.500	5.58	26.51		10.0	265.1	10.0	265.1	10.0	265.1	10.0	265.1	10.0	265.1	10.0	265.1	10.0	265.1
Operador Motoniveladora	HH			24.41			-		-		-		-		-		-		-
Vigia	HH	2.000	20.00	13.56		40.0	542.4	40.0	542.4	40.0	542.4	3.0	40.7	3.0	40.7	2.0	27.1	2.0	27.1
Equipo		EQ (S./m3)		-			3,780.4		3,780.4		3,780.4		3,780.4		3,780.4		3,780.4		3,780.4
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP + Martillo Hidráulico de 2.80 ton (Inc.	HM	0.500	4.00	259.18			-		-		-		-		-		-		-
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	HM	1.000	8.00	147.85		10.0	1,478.5	10.0	1,478.5	10.0	1,478.5	10.0	1,478.5	10.0	1,478.5	10.0	1,478.5	10.0	1,478.5
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP CGM	HM			147.85			-		-		-		-		-		-		-
Tractor Sobre Orugas de 180 - 200 HP	HM			175.23			-		-		-		-		-		-		-
Tractor Sobre Orugas de 200 - 240 HP	HM			230.40		10.0	2,304.0	10.0	2,304.0	10.0	2,304.0	10.0	2,304.0	10.0	2,304.0	10.0	2,304.0	10.0	2,304.0
Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	HM	0.500	4.00	270.49			-		-		-		-		-		-		-
Torre de Iluminación Terex RL4000 / 8 KW	HM	0.500	4.00	4.98			-		-		-		-		-		-		-
Camión Volquete 6x4 de 15 m3 de 400 - 440 HP	HM			62.82			-		-		-		-		-		-		-
Motosierra Husqvarna de 24"	HM			1.88			-		-		-		-		-		-		-
Cargador Sobre Llanas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m3	HM			180.45			-		-		-		-		-		-		-
Materiales		MAT (S./m3)		-			1,455.5		1,455.5		1,455.5		1,455.5		1,455.5		1,455.5		1,455.5
PETROLEO BIODIESEL B5	GAL		144.52	9.92		146.7	1,455.5	146.7	1,455.5	146.7	1,455.5	146.7	1,455.5	146.7	1,455.5	146.7	1,455.5	146.7	1,455.5
GASOLINA 90	GAL			8.24															
HERRAMIENTAS	GLB		0.05	1.00															
Producción (m3)	m3						800.00		800.00		800.00		800.00		800.00		800.00		800.00
Avance Previsto																			
Avance REAL Acumulado (m3)	m3						800.00		1,600.00		2,400.00		3,200.00		4,000.00		4,800.00		4,800.00
Avance Previsto Acumulado (m3)																			
Costo total	S/.						8,529.1		8,315.85		7,934.29		6,950.89		6,837.90		6,490.23		6,490.23
Costo Acumulado (s/)	S/.						8,529.11		16,844.76		24,779.05		31,729.95		38,367.85		44,858.08		44,858.08
Costo Unitario REAL DIARIO		CU diario					10.66		10.39		9.92		8.69		8.30		8.11		8.11
Costo Unitario Acumulado REAL DIARIO		CU acum.					10.66		10.53		10.32		9.92		9.59		9.35		9.35
Costo unitario PREVISTO DIARIO		CU prev		6.60			6.60		6.60		6.60		6.60		6.60		6.60		6.60

Anexo 4. Aplicación de costo diario semana del 22 al 27 de junio - factor máquina.

Responsable: Elmerth Garós	UND.	CUADRILLA	CANT	PU (S/).ACT.	Rend	22-May		23-May		24-May		25-May		26-May		27-May			
						x		x		x		x		x		x			
						DÍA		DÍA		DÍA		DÍA		DÍA		DÍA		DÍA	
						Cant	Costo	Cant	Costo										
Mano de obra		MO (S/./m3)					1,240.1		1,021.9		1,021.9		1,240.1		1,240.1		1,240.1		
Jefe de Grupo	HH	0.500	5.00	21.35			-		-		-		-		-		-		
Operario civil	HH			19.07	10.0	190.7	10.0	190.7	10.0	190.7	10.0	190.7	10.0	190.7	10.0	190.7	10.0	190.7	
Oficial civil	HH	2.000	20.00	15.65			-		-		-		-		-		-		
Ayudante civil	HH	3.000	30.00	13.41	20.0	268.2	20.0	268.2	20.0	268.2	20.0	268.2	20.0	268.2	20.0	268.2	20.0	268.2	
Operador Excavadora	HH	1.000	11.11	25.16	15.0	377.4	15.0	377.4	15.0	377.4	15.0	377.4	15.0	377.4	15.0	377.4	15.0	377.4	
Operador Tractor D6/D7	HH	0.500	5.56	26.51	5.0	132.6	7.0	185.6	7.0	185.6	5.0	132.6	5.0	132.6	5.0	132.6	5.0	132.6	
Operador Motoniveladora	HH			24.41			-		-		-		-		-		-		
Vigía	HH	2.000	20.00	13.56	20.0	271.2		-		-	20.0	271.2	20.0	271.2	20.0	271.2	20.0	271.2	
				-															
Equipo		EQ (S/./m3)		-			2,628.5		3,163.1		3,015.4		2,554.6		2,554.6		2,525.1		
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP + Martillo Hidráulico de 2.80 ton (Inc)	HM	0.500	4.00	259.18			-		-		-		-		-		-		
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	HM	1.000	8.00	147.65	10.0	1,476.5	10.5	1,550.3	9.5	1,402.7	9.5	1,402.7	9.5	1,402.7	9.3	1,373.1			
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP CGM	HM			147.65			-		-		-		-		-		-		
Tractor Sobre Orugas de 180 - 200 HP	HM			175.23			-		-		-		-		-		-		
Tractor Sobre Orugas de 200 - 240 HP	HM			230.40	5.0	1,152.0	7.0	1,612.8	7.0	1,612.8	5.0	1,152.0	5.0	1,152.0	5.0	1,152.0	5.0	1,152.0	
Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	HM	0.500	4.00	270.49			-		-		-		-		-		-		
Torne de Iluminacion TenexRL4000 / 6 KW	HM	0.500	4.00	4.98			-		-		-		-		-		-		
Camión Volquete 6x4 de 15 m3 de 400 - 440 HP	HM			62.82			-		-		-		-		-		-		
Motosierra Husqama de 24"	HM			1.68			-		-		-		-		-		-		
Cargador Sobre Lantas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m3	HM			180.45			-		-		-		-		-		-		
				-															
Materiales		MAT (S/./m3)		-			1,158.8		1,320.5		1,234.3		1,115.7		1,115.7		1,098.4		
PETROLEO BIODIESEL B5	GAL		144.52	9.92	116.8	1,158.8	133.1	1,320.5	124.4	1,234.3	112.4	1,115.7	112.4	1,115.7	110.7	1,098.4			
GASOLINA 90	GAL			0.24															
HERRAMIENTAS	GLB		0.05	1.00															
				-															
Producción (m3)		m3					800.00		800.00		800.00		860.00		930.00		930.00		
Avance Previsto																			
Avance REAL Acumulado (m3)		m3					5,600.00		6,400.00		7,200.00		8,060.00		8,980.00		9,910.00		
Avance Previsto Acumulado (m3)																			
Costo total		S/.					5,027.28		5,505.50		5,271.65		4,910.36		4,910.36		4,883.58		
Costo Acumulado (s/)		S/.					49,885.96		55,390.86		60,662.51		65,572.88		70,483.22		75,346.80		
Costo Unitario REAL DIARIO		CU diario					6.28		6.88		6.59		5.78		5.28		5.23		
Costo Unitario Acumulado REAL DIARIO		CU acum.					8.91		8.65		8.43		8.15		7.85		7.60		
Costo unitario PREVISTO DIARIO		CU prev		6.60			6.60												

Anexo 5. Comparación costo presupuestado con el costo PHVA.

EXCAVACION CLASIFICADA EN MATERIAL SUELTO					PRESUPUESTADO	
Rendimiento m3/ día:		777.0000				
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	
Mano de obra						
Capataz	hh	0.5000	0.0051	28.9	0.15	
Peón	hh	2.0000	0.0206	15.9	0.33	
					Costo M.O	0.46
Equipos y herramientas						
Tractor Orugas	hm	0.7000	0.0072	292.38	2.11	
Excavadora S/orugas 115-165 HP	hm	0.3000	0.0031	248.34	0.77	
Herramientas Manuales	%	0.0033	0.5000	0.48	0.03	
					Costo M.O	2.9
					Costo directo	3.36
					total	
EXCAVACION CLASIFICADA EN MATERIAL SUELTO					ACTUAL	
Rendimiento m3/ día:		777.0000				
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	
Mano de obra						
Capataz	hh	0.5000	0.0051	28.9	0.30	
Peón	hh	2.0000	0.0206	15.9	1.47	
					Costo M.O	1.77
Equipos y herramientas						
Tractor Orugas	hm	0.7000	0.0072	292.38	2.11	
Excavadora S/orugas 115-165 HP	hm	0.3000	0.0031	248.34	2.56	
Herramientas Manuales	%	0.0033	0.5000	0.48	0.03	
					Costo M.O	4.70
					Costo directo	6.47
					total	

Anexo 7. Formato parte diario equipo excavadora.

										Fecha:			
PARTE DIARIO DE EQUIPO													
INFORMACION DEL OPERADOR													
Hora Inicial		07:00		PM		Hora Final		19:00		AM			
Operador		Wilson Cruz Trujillo						Total Horas		Turno			
										N			
INFORMACION DEL EQUIPO													
Empresa				CCCCC				Codigo		17			
Equipo				Volvo excavadora				Placa/Serie					
Marca				Volvo				Modelo		FC 3500			
Kilometro Inicial								Kilometro Final		Horómetro Inicial			
										Horómetro Final			
Combustible (gal)				60				Kilometro Abast		Horómetro Abast		Hora Abast	
ACTIVIDADES REALIZADAS													
N°	Inicio	Fin	Descripción de la Actividad	HORAS ACTIVIDAD									
				Producción	Stand By	Tal / Reto							
1	07:00		x Corto y transporte de material										
2			x perfilado en el Km 22100										
3													
4			x perfilado de talud										
5													
6													
7													
8													
9													
10													
Total Horas					3.6								
PARA RESPONSABLE DEL FRENTE													
N°	FASE	HORAS	Observaciones Adicionales										
1			x se corrigió la ligera topografía por uno de										
2			actuados										
3													
4													
Total Horas													
OPERADOR:				SUPERVISOR/CAPATAZ:				INGENIERO RESPONSABLE:					
Nombre		Wilson Cruz		Nombre		Jose Lito Mota		Nombre		C. y			
Firma:				Firma:				Firma:					
	D:		A:		D:		A:		D:		A:		

Anexo 8. Formato parte diario equipo tractor.

										Fecha:	
										16/05/20	
PARTE DIARIO DE EQUIPO											
INFORMACION DEL OPERADOR											
Hora Inicial		07:00		Hora Final		18:00		Zona		Total Horas	
Operador		Carlos Ben Pérez		Codigo/Dir				Turno		N	
INFORMACION DEL EQUIPO											
Empresa				Codigo				03			
Equipo				Marca/Serie							
Marca				Modelo				Horómetro Inicial			
Kilometro Inicial				Kilometro Final				Horómetro Final			
Combustible (gal)			Kilometro Abast			Horómetro Abast			Hora Abast		
ACTIVIDADES REALIZADAS											
N°	Inicio	Fin	Descripción de la actividad	HORAS ACTIVIDAD							
				Producción	Stand By	Tal / Otro					
1											
2			Centro Agrícola en								
3			Falco								
4			Ex. 22100								
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Total Horas				7 hrs							
PARA RESPONSABLE DEL FRETE											
N°	FASE	HORAS	OBSERVACIONES ADICIONALES								
1											
2											
3											
4											
Total Horas											
OPERADOR:				SUPERVISOR/CAPATAZ:				INGENIERO RESPONSABLE:			
Nombre		D.		Nombre		D.		Nombre		D.	
Firma		M.		Firma		M.		Firma		M.	
		A.				A.				A.	

Anexo 9. Formato tareo personal.

TAREO PERSONAL																	
Supervisor: Josefina MONTAÑA					FECHA: 16/06/22												
CUADRILLA: Corte y Carguo			ZONA: Stn Tercera		HORARIO DE TRABAJO												
ESPECIALIDAD:			SECTOR: PK 22+400		Jornada: 02:00 18:00		FIN										
JEFE DE GRUPO: Rojas Wilfredo			TRAMO: II		Refrigerio: 12:00 13:00		Rendim.										
Act. 1	Corte y carguo lateral pulido Km. 22+100 al Km 22+400				FASE	FRENTE	unl	Avance	Rendim.								
Act. 2					PK	II											
Act. 3																	
Act. 4																	
Act. 5																	
Act. 6																	
REFERENCIAS								ATIVIDADES		HORAS REALES							
CATEGORIA	OCUPACION	DNI	TRABAJADORES	HORA INGRESO	FIRMA INGRESO	HORA SALIDA	FIRMA SALIDA	1	2	3	4	5	6	N	1	1	TOT
Oficial	Jefe Frente	46445093	WILFREDO ROJAS ALVAREZ	07:00	[Firma]	18:00	[Firma]	10						8	2		10
peon	Mantenimiento	46669042	Humberto Alvarado GARCIA	07:00	[Firma]	18:00	[Firma]	10						8	2		10
peon	ayudante	81970555	RODRIGO VILLALBA VILLALBA	07:00	[Firma]	18:00	[Firma]	10						8	2		10
peon	ayudante	41996194	RODRIGO VILLALBA VILLALBA	07:00	[Firma]	18:00	[Firma]	10						8	2		10
peon	ayudante	45482685	FLORES GALINDO GUE	07:00	[Firma]	18:00	[Firma]	10						8	2		10
peon	ayudante	25012304	RODRIGO VILLALBA VILLALBA	07:00	[Firma]	18:00	[Firma]	10						8	2		10
peon	ayudante	24390649	JULIO FERRER MONTAÑA	07:00	[Firma]	18:00	[Firma]	10						8	2		10
peon	ayudante	25009439	BOSA GONZALEZ ANDRÉS	07:00	[Firma]	18:00	[Firma]	10						8	2		10
peon	ayudante	42866677	SILVA GONZALEZ JAVIER ALFONSO	07:00	[Firma]	18:00	[Firma]	10						8	2		10
peon	ayudante	13018276	RODRIGO VILLALBA VILLALBA	07:00	[Firma]	18:00	[Firma]	10						8	2		10
JEFE DE GRUPO				SUPERVISOR				INGENIERO DE CAMPO				Número de Trabajadores Parte					

Anexo 11. Reporte de producción procesado.

Actividad	Progresivas	Equipos	Incidencias	Viajes	Jefe de Grupo
Terraplenes con Material Propio	15+300 @ 15+380	Excavadora Doosan + Rodillo Sany	Relleno de capa de integral	25	Quico
Terraplenes con Material Propio	15+300 @ 15+380	Excavadora Doosan + Rodillo Sany	Excavacion de empalmes en rellenos (Eliminacion de Material suleto)	15	Quico
Coronación y perfilado de talud Eliminacion de Material Suelto y Roca Suelta	18+810 @ 18+840	Excavadora Sany +Excavadora Hyundai 12 volquetes	Se transportaron 74 al DME km 24+600 y 25 al Relleno del 15+300	99	Sumire
Desbosque y desbroce de vegetación	27+300 @ 27+500	Corte y chaleo de maleza y tocones			-
Eliminacion de Material Suelto y Roca Suelta	19+660 @ 19+690	Excavadora CAT +08 volquetes	Se transportaron al DME km 24+600	161	Jhon Olivera
Mantenimiento de vía	Km.21+180 al km.00+000	Moniveladora	Se ejecuta un perfilado con motoniveladora, que debido al uso de nuestros volquetes y las lluvias la vía mostraba una superficie irregular.		Yuri Evangelista
Conformacion de Dme	24+600	01 Tractor ,02 Cargador Frontal	Cargador frontal XCMG continúa inoperativo por sistema de frenos. Vol-, vol 21, vol 22, vol 28		Yury Evangelista
Preparación y carguío de material integral	Carguío en km 24+600 para terraplén km 26+730	Cargador frontal Volvo +01 cisterna			Yury Evangelista
Terraplenes con Material Propio	26+730 @ 26+780	Tractor + Excavadora Volvo + Rodillo + 05 volquetes + 1 cisterna	Conformacion de capas de 0.50 m		Ulises Nayhuac
Terraplenes con Material Propio	27+300 @ 27+500		Conformacion de capas de 0.50 m	32	Ulises Nayhuac
				332	

Anexo 12. Distribución de equipos sin PHVA.

Frente 01 Km. 14+000 al Km.16+000				
Descripción -EQP	Cantidad	Status	UBICACIÓN	FRENTE
Excavadora Volvo EC 300 (Nueva)	1	en obra	Km.15+300	Corte Ms,Rs,Rf
Excavadora Volvo EC 300 (Nueva)	1	en obra	Km.15+300	Corte Ms,Rs,Rf
Cargador Frontal XGM	1	en obra	Km.15+300	Conformacion DME
Tractor D6T	1	pendiente de ingreso	Km.15+300	Corte Ms,Rs,Rf
Volquete	6	en obra	Km.15+300	Corte Ms,Rs,Rf
	10		0	
Frente 2 y 3 Km.17+600 al Km.21+200				
Descripción -EQP	Cantidad	Cantidad	UBICACIÓN	FRENTE
Excavadora Sanny	1	en obra	Km.19+500	Corte Ms,Rs,Rf
Excavadora Sanny	1	en obra	Km.19+500	Corte Ms,Rs,Rf
excavadora CAT 336D	1	en obra	Km.19+700	Corte Ms,Rs,Rf
Tractor D6T	1	en obra	Km.21+180	Conformacion DME
Volquete	24	en obra	Km.19+700	Corte Ms,Rs,Rf
	28		0	
Frente 04 Km. 23+100 al 23+900				
Descripción -EQP	Cantidad	Cantidad	UBICACIÓN	FRENTE
Excavadora CAT 336D (RECIEN LLEGO)	1	en Obra	Km.23+200	Corte Ms,Rs,Rf
Tractor D6T	1	en Obra	Km.24+600	Conformacion DME
Volquete	9	en Obra	Km.23+200	Corte Ms,Rs,Rf
	11		0	

Anexo 13. Distribución de equipos con PHVA.

Frente 01 Km. 14+000 al Km.16+000				
Descripción -EQP	Cantidad	Status	UBICACIÓN	FRENTE
Excavadora Sanny	1	en obra	Km. 15+300	Corte Ms,Rs,Rf
Tractor D6T	1	en obra	Km. 15+300	Corte Ms,Rs,Rf
Volquete	6	en obra	Km. 15+300	Corte Ms,Rs,Rf
	8		0	
Frente 2 y 3 Km.17+600 al Km.21+200				
Descripción -EQP	Cantidad	Cantidad	UBICACIÓN	FRENTE
Excavadora Sanny	1	en obra	Km. 19+500	Corte Ms,Rs,Rf
excavadora CAT 336D	1	en obra	Km. 19+700	Corte Ms,Rs,Rf
Tractor D6T	1	en obra	Km. 21+180	Conformacion DME
Volquete	24	en obra	Km. 19+700	Corte Ms,Rs,Rf
	27		0	
Frente 04 Km. 23+100 al 23+900				
Descripción -EQP	Cantidad	Cantidad	UBICACIÓN	FRENTE
LLEGO)	1	en Obra	Km.23+200	Corte Ms,Rs,Rf
Tractor D6T	1	en Obra	Km.24+600	Conformacion DME
Volquete	9	en Obra	Km.23+200	Corte Ms,Rs,Rf
	11		0	
Frente 05 Km. 04+000 al 05+000				
Descripción -EQP	Cantidad	Cantidad	UBICACIÓN	FRENTE
Excavadora Volvo 300 DL (Equipo Nuevo)	1	En obra	Km.04+500	Corte Ms,Rs,Rf
Tractor D6T	1	En obra	Km.01+900	Conformacion DME
Volquete	6	En obra	Km.04+500	Corte Ms,Rs,Rf

Anexo 14. Panel fotográfico.



Fotografía 1. Charla de inducción al personal.



Fotografía 2. Charla de campo explicando la aplicación del PHVA.



Fotografía 3. Observación de la actividad de carguío antes de PHVA.



Fotografía 4. Observación de la actividad de carguío con PHVA.



Fotografía 5. Reunión con los líderes de cuadrilla dando alcance de las mejoras obtenidas con el PHVA.